

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

03.12.03

REC'D 30 DEC 2003

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年12月10日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-357947
[ST. 10/C]: [JP2002-357947]

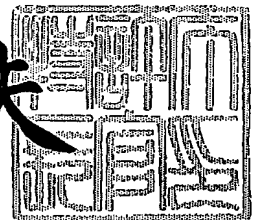
出 願 人
Applicant(s): 日本ビクター株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年11月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 414001049
【提出日】 平成14年12月10日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G11B 7/09
G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビ
クター株式会社内

【氏名】 戸波 淳一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000004329
【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社
【代表者】 寺田 雅彦

【代理人】

【識別番号】 100089956
【弁理士】
【氏名又は名称】 永井 利和
【電話番号】 03(3707)5055

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004813
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9200897

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク装置における収差補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源と光ディスクの間に構成される光学系として、少なくとも、前記レーザ光源の光ビームの発散又は収束角度を調整する収差補正部と、前記光ディスクの情報記録層に集光スポットを構成する集光レンズと、前記集光スポットから得られる反射光を検出する光検出器と、前記集光レンズを光軸方向へ移動させると共に、前記光検出器から得られる前記光ディスクの記録情報の再生信号を処理・解析し、その解析結果に基づいて前記収差補正部を制御する制御部とを備え、前記集光スポットで生じる球面収差に起因して前記再生信号の最大振幅が前記集光レンズの前記情報記録層に対する合焦点位置からずれた位置で生じることに基づいて、前記制御部が前記球面収差を補正する光ディスク装置において、

前記光ディスクに何等かの情報が記録されている場合にその情報を再生し、
前記制御部が、

前記集光レンズの前記合焦点位置を求める第 1 手順と、

前記集光レンズを前記第 1 手順で求めた合焦点位置から光軸方向へ前後に等距離だけ移動させ、各移動位置で前記光検出器から得られる再生信号の最大振幅を求める第 2 手順と、

前記第 2 手順で求めた各最大振幅の差を演算する第 3 手順と、

前記第 3 手順で求めた演算結果を 0 に近づけるように前記収差補正部を制御する第 4 手順と

を実行することを特徴とする光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項 2】 前記第 3 手順で求められる演算結果が許容範囲に収まるまで、前記第 1 手順から第 4 手順を繰り返して実行することとした請求項 1 に記載の光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項 3】 前記第 2 手順において前記集光レンズの各移動位置で再生信号の最大振幅を求める手段が、

前記光検出器から得られる再生信号を所定周期でサンプリングし、ゼロクロス

ポイントの時間間隔とパーシャルレスポンス特性及びランレングス制限により決定される状態遷移に基づいて、短周期の信号であるか長周期の信号であるかを判別すると共に、短周期の再生信号については波形等化を行い、フィルタリングによって長周期の信号のみを区分して長周期の信号の最大振幅を求めるものである請求項 1 又は請求項 2 に記載の光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項 4】 前記第 2 手順において前記集光レンズの各移動位置で再生信号の最大振幅を求める手段が、

入力された再生信号の振幅を後記エラー検出部の利得エラー信号に基づいて制御する利得制御部と、

前記利得制御部から得られる前記再生信号における短周期の信号に係る最大振幅のほぼ中心レベルに設定された第 1 閾値と前記短周期の信号の最大振幅レベルよりも正負側へ僅かに大きく設定された第 2 閾値及び第 3 閾値を設け、前記再生信号が各閾値を横切る回数を別々に積算し、それら積算値の内のいずれかが所定の第 1 設定値に達した時点ですべての積算値をクリアする動作を繰り返して実行するクロス抽出部と、

前記クロス抽出部における各閾値の何れかに係る積算値が前記第 1 所定値に達した時点で、前記第 1 閾値に係る積算値と前記の第 2 及び第 3 閾値に係る各積算値とを比較し、前者の積算値が後者の各積算値より大きい場合に利得エラー信号を出力するエラー検出部と、

前記利得制御部から得られる前記再生信号のエンベロープを検出してその最大振幅を求めるエンベロープ検出部とからなり、

且つ、前記エラー検出部は、前記利得エラー信号を出力させる場合に、前記第 1 設定値よりも小さく設定された第 2 設定値と前記の第 2 及び第 3 閾値に係る各積算値とを比較して、前記第 2 設定値が前記の各積算値よりも大きいときには利得を低下させるための利得エラー信号とし、逆に前記第 2 設定値が前記の各積算値よりも小さいときには利得を増加させる利得エラー信号とすることとした請求項 1 又は請求項 2 に記載の光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項 5】 レーザ光源と光ディスクの間に構成される光学系として、少なくとも、前記レーザ光源の光ビームの発散又は収束角度を調整する収差補正部

と、前記光ディスクの情報記録層に集光スポットを構成する集光レンズと、前記集光スポットから得られる反射光を検出する光検出器と、前記集光レンズを光軸方向へ移動させると共に、前記光検出器から得られる前記光ディスクの記録情報の再生信号を処理・解析し、その解析結果に基づいて前記収差補正部を制御する制御部とを備え、前記集光スポットで生じる球面収差に起因して前記再生信号の最大振幅が前記集光レンズの前記情報記録層に対する合焦点位置からずれた位置で生じることに基づいて、前記制御部が前記球面収差を補正する光ディスク装置において、

前記光ディスクに何等かの情報が記録されている場合にその情報を再生し、
前記制御部が、

前記集光レンズの前記合焦点位置を求める第1手順と、

前記集光レンズを前記第1手順で求めた合焦点位置から光軸方向へ前後に等距離だけ移動させ、各移動位置で前記光検出器から得られる再生信号に含まれている長周期の信号と短周期の信号を区分し、各移動位置における各周期の信号の最大振幅を求め、且つ各移動位置における各周期の信号に係る最大振幅の差を演算する第2手順と、

前記第2手順で求めた前記集光レンズの各移動位置についての演算結果の差を求める第3手順と、

前記第3手順で求めた演算結果の差を0に近づけるように前記収差補正部を制御する第4手順と

を実行することを特徴とする光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項6】 前記第3手順で求められる演算結果が許容範囲に収まるまで、前記第1手順から第4手順を繰り返して実行することとした請求項5に記載の光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項7】 前記第2手順において前記集光レンズの各移動位置における各周期の信号に係る最大振幅を求める手段が、

前記光検出器から得られる再生信号を所定周期でサンプリングし、そのサンプリング信号のゼロクロスポイントを検出して極性の反転間隔を検出すると共に、前記反転間隔内でのピーク値とボトム値を求め、前記反転間隔情報に基づいてフ

フィルタリングを行うことにより、前記のピーク値とボトム値を長周期と短周期の信号に対応付けて区分すると共に、各周期別に区分されたピーク値群とボトム値群の代表値を用いて各周期の信号の最大振幅を求めるものである請求項5又は請求項6に記載の光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項8】 前記第2手順において前記集光レンズの各移動位置における各周期の信号に係る最大振幅を求める手段が、

前記光検出器から得られる再生信号を所定周期でサンプリングし、ゼロクロスポイントの時間間隔とパーシャルレスポンス特性及びランレンクス制限により決定される状態遷移に基づいて、短周期の信号であるか長周期の信号であるかを判別し、前記判別情報に基づいてフィルタリングを行うことにより長周期と短周期の信号に対応付けて区分すると共に、区分された各周期の信号群の代表値を用いて各周期の信号の最大振幅を求めるものである請求項5又は請求項6に記載の光ディスク装置における球面収差補正方法。

【請求項9】 前記光ディスク装置が連続的な記録又は再生を実行する場合に、その記録又は再生を通常の線速度よりも速い速度で実行させることにより時間的余裕を確保せしめ、その確保された余裕時間内に前記の請求項1乃至請求項8の球面収差補正方法を実行させることを特徴としたディスク装置における球面収差補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光ディスク装置における収差補正方法に係り、特に、光ディスクの透明基板の厚さが規格値からずれていることに起因して集光スポットに生じる球面収差を補正し、適正な集光スポットによって記録・再生を行わせるための改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、高密度な情報記録媒体としてCD (Compact disk) やDVD (Digital versatile disk) 等の多種多様な光ディスクが実用化されているが、光ディスク

を対象とする情報の記録・再生は光ディスク装置の光学系を通じて光ディスクの情報記録層に微小な集光スポットを照射することにより行われる。

具体的には、図 24 に示すように、光ディスク 101 には一般にその盤面に沿って情報記録層 102 が形成されていると共に、その情報記録層 102 が透明基板 103 で覆われた構造になっており、光ディスク装置が記録・再生用のレーザー光を導光系で光ディスク 101 の手前に導き、最終段の集光光学系（図では集光レンズ）104 によって前記の情報記録層 102 の表面に集光スポット 105 を形成する。

ここに、情報記録層 102 にはマイクロメータオーダの記録ピットで同心円状又はスパイラル状に情報が書き込まれるが、透明基板 103 はポリ・カーボネイト等の透明な樹脂で構成されており、情報記録層 102 を保護すると共に、光ディスク自体に機械的強度をもたせる役割を果たす。

尚、図 24 の光ディスク 101 では、情報記録層 102 の表裏面が透明基板 103 で覆われた構成になっているが（両面記録の光ディスクの場合には必然的にこのような構成になる）、片面記録の光ディスクでは記録面側にのみ透明基板を施すようにしてもよい。

【0003】

ところで、最近では、光ディスクの大容量化とそれに伴う高密度化が著しく、集光スポットを形成するための集光レンズ 104 の開口数が益々大きくなる傾向があり、例えば、従来の CD に対応する開口数が 0.45 であったのに対して、高密度記録が可能な DVD では 0.6 となり、更に 0.8 以上の開口数の集光レンズを適用することも検討されている。

【0004】

そのような状況下において、光ディスク 101 における透明基板 103 の厚さ t の精度は、情報の記録・再生において極めて重要な意義を有する。

何故なら、透明基板 103 は当然に一定の屈折率を有し、前記のように集光レンズ 104 で集光スポット 105 を形成する場合に、透明基板 103 の厚さ t が許容値からずれていると集光スポット 105 で発生する収差の影響が大きくなり、特に、集光レンズ 104 の開口数が大きくなると収差の範囲も大きくなって記

録・再生にエラーが発生する可能性が高くなるからである。

例えば、開口数が0.85になると、一般的な光ディスクでは透明基板の厚さ t の誤差許容値は数 μm 以下になるとされており、そのような精度を確保することは、現状の光ディスク製造技術をもってしてもかなり困難である。

【0005】

図25は、透明基板103の厚さ t のずれが許容値内である場合における、焦点ずれ量に対する集光スポット105の光軸を中心とした光強度分布の変化を示したものであり、その場合には合焦点の前後でほぼ対称な関係でのビーム径が変化する傾向にある。

一方、透明基板103の厚さ t のずれが許容値を超えると、光軸を中心とした同心円状の波面変動となる球面収差が発生し、図26に示すように、焦点ずれに対する集光スポット105の光強度分布が合焦点の前後で非対称に変化する。また、その光強度分布は、焦点ずれ量に対して、サイドローブが大きくなったり、ビーム径が大きくなったりして、不規則な変化を呈する傾向がある。

【0006】

従って、光ディスク装置においては、透明基板103の厚さ t が許容値を超えるような場合に、何等かの方法で前記の収差量を検出し、その検出情報に基づいて光学系を調整することにより集光スポット105の光強度分布を補正し、常に適正な記録・再生が行えるようにする必要がある。

【0007】

その問題点に関して、下記の特許文献1は次のような収差補正方法とその方法を実行する光ディスク装置を提案している。

先ず、図27は前記と同様の光ディスク101の平面図(A)と断面図(B)を示し、その光ディスク101の特定領域(図ではリードイン領域)106に前記の球面収差を検出するための特定パターン情報が記録されている。

具体的には、図28(A)に示されるように、周期の異なる2種類のピット列107, 108を交互に形成した特定パターンが形成しており、この事例ではピット列107の周期がピット列108の周期よりも大きくなっている。

尚、前記の特定パターンは、光ディスク101に対して予め記録しておいても

よく、また本来の記録・再生を行う前に光ディスク装置によって書き込むようにしてもよいとされている。

【0008】

そして、光ディスク装置は通常の記録・再生を実行する際に特定領域106の特定パターン情報を読み取る。

その場合、前記の各ピット列107, 108から読み取られた再生信号は図28(B)に示すような信号波形となり、再生信号の振幅は各ピット列107の間では大きく、各ピット列108の間では小さくなる。

即ち、前記の特定パターン情報からピット列107, 108の周期に応じて異なる振幅の再生信号が得られる。

【0009】

ここで、縦軸に再生信号の最大振幅を、横軸に集光レンズ104の合焦点からの焦点ずれ量をとって、それらの関係をみると図29に示すような傾向になる。

同図の(A)は上記の透明基板103の厚み t が許容値内にある場合を、(B)は許容値を超えた場合を示し、また、実線は長周期のピット列107に係る変化傾向に相当し、破線は短周期のピット列108に係る変化傾向に相当する。

各図から明らかなように、収差が殆ど生じていないとみなせる(A)の場合では、集光スポット105から得られる再生信号の振幅が合焦点の前後でほぼ対称になるのに対し、収差が生じているとみなせる(B)の場合では、集光レンズ104の合焦点からずれた状態での再生信号の振幅が合焦点の前後で非対称となる。

また、後者の(B)は、球面収差が(+)側で発生している場合であり、長周期のピット列107の再生信号の最大振幅が合焦点より奥側で得られ、逆に短周期のピット列108の再生信号の最大振幅が合焦点より手前側で得られている。

これは、図26で示したように、透明基板103の厚み t が許容値を超えた場合における集光スポット105の光強度分布が合焦点の前後で非対称な変化になること、及び再生信号の最大振幅が得られる集光スポット105の形成条件がピット列の周期によって異なることに基づくと考えられる。

【0010】

従って、図 29 (B) における長周期のピット列 107 と短周期のピット列 108 に係る最大振幅を与える焦点ずれ量 (フォーカスオフセット量) $fo1, fo2$ は、透明基板 103 の厚さ t が許容値を超えた誤差分によって発生した球面収差に対応するものである。

また、図 29 (B) に示した各ピット列 107, 108 の再生信号の振幅変化は、透明基板 103 の厚さ t が許容範囲よりも厚い方向へずれた場合と薄い方へずれた場合とで最大振幅を与える焦点ずれ量 $fo1, fo2$ の符号が反転するため、収差に係る補正量だけでなく、その補正方向も確認できる。

そこで、特許文献 1 の発明では、各ピット列 107, 108 に係る最大振幅を与える焦点ずれ量 $fo1, fo2$ の差 ($fo1 - fo2$) が最小となるように補正することにより、収差補正を行って適正な集光スポット 105 を得るようにしている。

【0011】

そして、特許文献 1 では光ディスク装置による収差補正動作を簡単なフローチャートで説明しているが、実際には図 30 のフローチャートに示ような動作手順に基づいて収差補正を実行するものと推察される。

先ず、光ディスク 101 がセットされると、その光ディスク 101 が読み取り専用であるか書き換え型であるかを確認し、それぞれ特定領域に特定パターンが記録されているか否かを確認する (S51~S54)。

ここで、特定領域に特定パターンが記録されていれば、光ディスク装置は直ちに記録情報の読み取りを開始するが (S53, S54→S57)、書き換え型の光ディスク 101 であって前記の記録がなされていない場合には、特定領域に特定パターンを記録した後に読み取りを開始する (S53, S54, S55)。

一方、読み取り専用の光ディスク 101 であって前記の記録がなされていない場合は、収差補正が不能な光ディスク 101 であると判定し、収差補正動作を実行しない (S54→S56)。

【0012】

読み取りが開始されると、集光レンズ 104 を合焦点を中心に光軸方向へ移動させながら前記の特定パターンから再生信号を得る。

そして、集光レンズ 104 の設定位置毎に再生信号を所定周期でサンプリング

し、各ピット列 1 0 7, 1 0 8 の再生信号の焦点ずれ量に対する振幅変化を求める (S58, S59)。

また、集光レンズ 1 0 4 の各設定位置毎に得られた各振幅変化に基づいて、各ピット列 1 0 7, 1 0 8 に係る振幅変化の最大値を与えている焦点ずれ量 f_{o1} , f_{o2} を求める (S60)。

【 0 0 1 3 】

次に、前記の焦点ずれ量 f_{o1} , f_{o2} の差 ($f_{o1} - f_{o2}$) を求め、それが許容範囲内でなければ、光学系に設けた収差補正部 (図示せず) を ($f_{o1} - f_{o2}$) が小さくなるように制御して再びステップ S57 ~ S60 を実行する (S61, S62 → S57 ~ S60)。

ここで、収差補正部は、前記の焦点ずれ量 ($f_{o1} - f_{o2}$) を制御データとして、入射光ビームの発散又は収束角度を調整する機能を備えている。

以降、この読み取りが開始後の制御動作を繰り返して ($f_{o1} - f_{o2}$) を許容範囲内に収めることにより、透明基板 1 0 3 の厚み t が許容値を超えている場合の球面収差を補正して適性な集光スポット 1 0 5 が構成されるようにする。

尚、焦点ずれ量は従来の光ヘッドと信号処理系を用いて検出できるため、新たにハードウェアを設ける必要がない。

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 5 0 5 6 9 号公報

【 0 0 1 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記の特許文献 1 の発明に係る球面収差補正方法及び光ディスク装置によると、透明基板の厚さの誤差に基づく球面収差を補正できるものの、予め光ディスクの特定領域に特定パターンが記録されていなければならない。

従って、既に規格化されている読み取り専用の光ディスクについては対応できないという致命的な問題点がある (図 3 0 のステップ S52 → S54 → S56 を参照)。

また、書き換え型の光ディスクの場合には、長周期と短周期のピット列を記録すればよいことになるが、光ディスク装置が予めそれらの記録情報を用意しておく必要があると共に、光ディスクに収差補正用の特別な記録領域を設けなければ

ならないために、本来の情報記録領域を狭くして光ディスクの容量を小さくするという問題が生じる。

【0016】

また、特許文献1では特定領域を光ディスクのリードイン領域に限定しているわけではないが、特定領域は光ディスク上の一定位置に設定されている。

そのため、特定領域における透明基板の厚さが許容値の範囲内に入っている、他の情報記録領域では許容値を超えているような場合や、その逆の場合もあり、特定パターンから得られた制御情報だけで光学系を一律に制御しても球面収差を正確に補正できない可能性もある。

特許文献1では、光ディスクのリードイン領域とリードアウト領域に特定パターンを記録しておいて、中間領域のずれ量を補間推定する方法も提案しているが、球面収差の補正のための自由度は小さい。

【0017】

更に、収差補正のための制御データの作成手順(S57~S60)についてみると、集光レンズ104の位置を合焦点を中心に順次移動させて、その都度、長周期と短周期の信号の振幅値を求め、各周期に係る振幅変化の最大値に対応した焦点ずれ量を求め、各焦点ずれ量の差を収差補正部に対する制御データとしている。

従って、長周期と短周期の信号の振幅値を求めるための手順(S58)は多数回にわたり、また焦点ずれ量の差が許容範囲に収束するまでステップS57~S60の手順が繰り返されることから、収差補正を完了させるまでの所要時間が長くなるという問題もある。

【0018】

そこで、本発明は、前記のように特殊な光ディスクを対象とせず、また光ディスクの情報記録領域を狭くすることなく、通常の光ディスクの記録情報を再生して透明基板の厚さのずれによって生じる球面収差を補正するための制御データを正確に且つ短時間で求め、もって適正な集光スポットによって常に適正な記録・再生を行うことができる光ディスク装置を提供することを目的として創作された。

【0019】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、レーザ光源と光ディスクの間に構成される光学系として、少なくとも、前記レーザ光源の光ビームの発散又は収束角度を調整する収差補正部と、前記光ディスクの情報記録層に集光スポットを構成する集光レンズと、前記集光スポットから得られる反射光を検出する光検出器と、前記集光レンズを光軸方向へ移動させると共に、前記光検出器から得られる前記光ディスクの記録情報の再生信号を処理・解析し、その解析結果に基づいて前記収差補正部を制御する制御部とを備え、前記集光スポットで生じる球面収差に起因して前記再生信号の最大振幅が前記集光レンズの前記情報記録層に対する合焦点位置からずれた位置で生じることに基づいて、前記制御部が前記球面収差を補正する光ディスク装置において、前記光ディスクに何等かの情報が記録されている場合にその情報を再生し、前記制御部が、前記集光レンズの前記合焦点位置を求める第1手順と、前記集光レンズを前記第1手順で求めた合焦点位置から光軸方向へ前後に等距離だけ移動させ、各移動位置で前記光検出器から得られる再生信号の最大振幅を求める第2手順と、前記第2手順で求めた各最大振幅の差を演算する第3手順と、前記第3手順で求めた演算結果を0に近づけるように前記収差補正部を制御する第4手順とを実行することを特徴とする光ディスク装置における球面収差補正方法に係る。

【0020】

この発明によれば、第2手順において集光レンズを合焦点位置から光軸方向へ等距離だけ移動させた2点で再生信号の最大振幅を求め、第3手順で各最大振幅の差を求めるだけで、透明基板の厚さが許容範囲を超えていることによる集光スポットでの収差補正量を求めることができる。

また、この発明では、光ディスクに何等かの記録情報があればよく（書き換え型の光ディスクにあつては事前に何等かの記録情報を書き込む）、特許文献1の収差補正方法のように特定の光ディスクに限定されない。

ところで、この発明では、再生信号に含まれる各種周期を問わずに信号自体の最大振幅を求めており、結果的には長周期の信号に係る最大振幅だけが対象となるが、図29(B)で示したように、光ディスクに許容範囲を超えた球面収差が

発生していれば、集光レンズの焦点ずれに対して長周期と短周期の信号の最大振幅はいずれも合焦点からずれた位置にシフトすることから、長周期の信号だけを対象としても収差補正量を求めることができ、実用上十分な補正精度が確保できる。

尚、光ディスクの透明基板の屈折率が一定の場合には、集光レンズの焦点ずれ量と収差補正量が一律に対応することになるため、第3手順で求められる各最大振幅の差と収差補正量との対応関係をテーブル化しておく等によって1回の制御で収差補正を完了させることが可能であるが、第3手順で求められる演算結果が許容範囲に収まるまで第1手順から第4手順を繰り返すシーケンス制御を実行させるようにすれば、透明基板の屈折率を問わずに正確な収差補正が実現できる。

【0021】

また、この発明の第2手順において、集光レンズの各移動位置で再生信号の最大振幅を求める手段としては、次のような方式を採用できる。

(1) 前記光検出器から得られる再生信号を所定周期でサンプリングし、ゼロクロスポイントの時間間隔とパーシャルレスポンス特性及びランレングス制限により決定される状態遷移に基づいて、短周期の信号であるか長周期の信号であるかを判別すると共に、短周期の再生信号については波形等化を行い、フィルタリングによって長周期の信号のみを区分して長周期の信号の最大振幅を求める方式。

(2) 入力された再生信号の振幅を後記エラー検出部の利得エラー信号に基づいて制御する利得制御部と、前記利得制御部から得られる前記再生信号における短周期の信号に係る最大振幅のほぼ中心レベルに設定された第1閾値と前記短周期の信号の最大振幅レベルよりも正負側へ僅かに大きく設定された第2閾値及び第3閾値を設け、前記再生信号が各閾値を横切る回数を別々に積算し、それら積算値の内のいずれかが所定の第1設定値に達した時点ですべての積算値をクリアする動作を繰り返して実行するクロス抽出部と、前記クロス抽出部における各閾値の何れかに係る積算値が前記第1所定値に達した時点で、前記第1閾値に係る積算値と前記の第2及び第3閾値に係る各積算値とを比較し、前者の積算値が後者の各積算値より大きい場合に利得エラー信号を出力するエラー検出部と、前記

利得制御部から得られる前記再生信号のエンベロープを検出してその最大振幅を求めるエンベロープ検出部とからなり、前記エラー検出部は、前記利得エラー信号を出力させる場合に、前記第1設定値よりも小さく設定された第2設定値と前記の第2及び第3閾値に係る各積算値とを比較して、前記第2設定値が前記の各積算値よりも大きいときには利得を低下させるための利得エラー信号とし、逆に前記第2設定値が前記の各積算値よりも小さいときには利得を増加させる利得エラー信号とすることとした方式。

前記の各方式は、信号間のクロストークによって短周期の信号の振幅が大きくなることを抑制し、長周期の信号の振幅だけを正確に検出できるようにして、第3手順で求められる各最大振幅の差を適正化する。

【0022】

次に、第2の発明は、レーザ光源と光ディスクの間に構成される光学系として、少なくとも、前記レーザ光源の光ビームの発散又は収束角度を調整する収差補正部と、前記光ディスクの情報記録層に集光スポットを構成する集光レンズと、前記集光スポットから得られる反射光を検出する光検出器と、前記集光レンズを光軸方向へ移動させると共に、前記光検出器から得られる前記光ディスクの記録情報の再生信号を処理・解析し、その解析結果に基づいて前記収差補正部を制御する制御部とを備え、前記集光スポットで生じる球面収差に起因して前記再生信号の最大振幅が前記集光レンズの前記情報記録層に対する合焦点位置からずれた位置で生じることに基づいて、前記制御部が前記球面収差を補正する光ディスク装置において、前記光ディスクに何等かの情報が記録されている場合にその情報を再生し、前記制御部が、前記集光レンズの前記合焦点位置を求める第1手順と、前記集光レンズを前記第1手順で求めた合焦点位置から光軸方向へ前後に等距離だけ移動させ、各移動位置で前記光検出器から得られる再生信号に含まれている長周期の信号と短周期の信号を区分し、各移動位置における各周期の信号の最大振幅を求め、且つ各移動位置における各周期の信号に係る最大振幅の差を演算する第2手順と、前記第2手順で求めた前記集光レンズの各移動位置についての演算結果の差を求める第3手順と、前記第3手順で求めた演算結果の差を0に近づけるように前記収差補正部を制御する第4手順とを実行することを特徴とする

光ディスク装置における球面収差補正方法に係る。

【0023】

この発明は、第1の発明と異なり、第2手順において再生信号に含まれている長周期の信号と短周期の信号に基づいて収差補正部の制御データを作成する点に特徴がある。

従って、第2手順では、集光レンズの各移動位置で前記光検出器から得られる再生信号に含まれている長周期の信号と短周期の信号を区分し、それぞれの移動位置で各周期の信号の最大振幅を求めると共に、更に各移動位置毎に各周期の信号に係る最大振幅の差を演算している。

図29(B)に示したように、集光レンズの焦点ずれ量に対する長周期の信号と短周期の信号の最大振幅の変化は合焦点を中心として逆方向にシフトした態様になっており、この発明の第2手順での演算結果は、第1の発明と比較して、集光レンズの焦点ずれ量に対してより大きな変化率を示すことになる。

即ち、第2手順での演算結果を用いることにより、より緻密で高精度な収差補正制御が可能になる。

特に、この発明においても、第1の発明と同様に、第3手順で求められる演算結果が許容範囲に収まるまで第1手順から第4手順を繰り返すシーケンス制御を実行させて、透明基板の屈折率を問わずに収差補正を行わせることができるが、その繰り返し回数を少なくして収差補正を短時間で完了できるという利点がある。

【0024】

尚、この発明の第2手順において、集光レンズの各移動位置で再生信号の最大振幅を求める手段としては、次のような方式を採用できる。

(1) 前記光検出器から得られる再生信号を所定周期でサンプリングし、そのサンプリング信号のゼロクロスポイントを検出して極性の反転間隔を検出すると共に、前記反転間隔内でのピーク値とボトム値を求め、前記反転間隔情報に基づいてフィルタリングを行うことにより、前記のピーク値とボトム値を長周期と短周期の信号に対応付けて区分すると共に、各周期別に区分されたピーク値群とボトム値群の代表値を用いて各周期の信号の最大振幅を求める方式。

(2) 前記光検出器から得られる再生信号を所定周期でサンプリングし、ゼロクロスポイントの時間間隔とパーシャルレスポンス特性及びランレングス制限により決定される状態遷移に基づいて、短周期の信号であるか長周期の信号であるかを判別し、前記判別情報に基づいてフィルタリングを行うことにより長周期と短周期の信号に対応付けて区分すると共に、区分された各周期の信号群の代表値を用いて各周期の信号の最大振幅を求める方式。

【0025】

第3の発明は、前記光ディスク装置が連続的な記録又は再生を実行する場合に、その記録又は再生を通常の線速度よりも速い速度で実行させることにより時間的余裕を確保せしめ、その確保された余裕時間内に前記の第1の発明又は第2の発明の球面収差補正方法を実行させることを特徴としたディスク装置における球面収差補正方法に係る。

【0026】

一般に、光ディスク装置は、連続的な記録又は再生時を行うと、温度変化に伴ってレーザの波長が微妙にずれる傾向がある。

その場合、光ディスクでは、透明基板の厚さの誤差による球面収差とは別に、前記の波長のずれに伴う球面収差も発生する。

この発明によれば、通常の記録又は再生モードの中で余裕時間を確保させて収差補正を適宜実行させるため、レーザの波長のずれによる球面収差も併せて補正できる。

尚、記録又は再生を通常の線速度よりも速い速度で実行させる場合には、例えば、記録又は再生時におけるデータ転送を可能な範囲で速く実行させ、バッファリング機能を組み合わせることにより余裕時間を確保させる方法が採用できる。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の「光ディスクにおける収差補正方法と光ディスク装置」の各実施形態を、図1から図23を用いて詳細に説明する。

〔実施形態1〕

先ず、図1はこの実施形態が適用される光ディスク装置の概略的構成を示す。

光ディスク装置は、レーザ光源 1 から出射されたレーザ光の進行方向にビームスプリッタ 2 と収差補正部 3 と集光レンズ 4 が順次配置されており、集光レンズ 4 によって光ディスク 5 の情報記録層 6 に集光スポット 7 が構成され、光ディスク 5 からの反射光を集光レンズ 4 から収差補正部 3 を通じて再びビームスプリッタ 2 へ戻し、ビームスプリッタ 2 がその戻り光を反射させて光検出器 8 に入射させるようになっている。

【0028】

ここに、収差補正部 3 は、集光レンズ 4 へ入射する光ビームの発散角度又は収束角度を変化させる機能を有するものである。

例えば、図 1 に示すように、凹レンズ 11 と凸レンズ 12 の組合せからなり、一方又は双方のレンズ 11, 12 を光軸方向へ移動可能とし、両レンズ 11, 12 の間隔を変化させることで前記の機能が実現できる構成が採用できる。

また、光軸を中心とした同心円状に電極パターンをもつ液晶素子で構成された可変焦点レンズを用い、電極パターンにかかる電圧によって液晶透過光の位相変化量を制御する方式や、2 枚の凸レンズの組合せ方式やホログラムレンズを用いた方式を採用してもよい。

【0029】

前記の光検出器 8 から出力される再生信号は制御部 9 に入力され、同制御部 9 が前記の収差補正部 3 を制御するようになっている。

そして、制御部 9 は、光ディスク 5 の情報記録層 6 から読み取られた再生信号を一定のアルゴリズムで解析し、その解析結果に基づいた制御データを用いて収差補正部 3 における光ビームの発散角度又は収束角度を制御する。

【0030】

尚、実際の光ディスク装置では、フォーカスエラーやトラッキングエラーを検出してそれらのエラーを補正するための光学系や機構が組み込まれ、また制御部 9 には前記エラーを補正制御するための回路が内蔵されているが、この実施形態と直接的に関連しないものであるために、それらの説明は省略する。

また、前記の光ディスク装置では一般的なビームスプリッタ 2 を用いているが、偏光ビームスプリッタと 1/4 波長板を適用して反射光を効率良く分離するよ

うな構成にしてもよい。

更に、集光光学系である収差補正部 3 と集光レンズ 4 にはコリメートレンズを用いることができ、コリメートレンズを光軸方向へ移動させて光ビームの発散角度又は収束角度を変化させることも可能である。

【0031】

この実施形態において、光ディスク 5 の透明基板 10 の厚み t がずれていることによって生じる球面収差を補正して適正な集光スポット 7 を形成しようとする目的、及びそれを光検出器 8 から得られる再生信号に基づいて収差補正部 3 を制御することにより行うという基本動作に関しては、上記の特許文献 1 の開示技術と同様である。

しかし、本願発明は、特許文献 1 のように特定領域 106 に特定パターンが形成された光ディスク 101 を対象とせず、通常的光ディスク 5 を対象として前記の収差補正の動作を実行させるものである。

従って、この実施形態では、光ディスク 5 の確認手順と制御部 9 による再生信号の解析アルゴリズムが特許文献 1 の場合と異なっていると共に、制御部 9 が前記の解析アルゴリズムで得られた解析結果を用いて収差補正部 3 を制御する方式も異なっており、特に、制御手順を簡単にしてより高速な収差補正を実現するようにしている点に特徴がある。

【0032】

次に、この実施形態における収差補正手順を図 2 及び図 3 のフローチャートに示す。

先ず、光ディスク装置に光ディスク 5 がセットされると、その光ディスク 5 に何等かの記録情報があるか否かを確認する (S1, S2)。

ここで、光ディスク 5 が読み取り専用ディスクである場合や、書き換え型ディスクであって既に何等かの情報が書き込まれている場合には、読み取りモードを設定すると共に、フォーカス調整機能を ON 状態に設定する (S2→S5, S6)。

尚、書き換え型ディスクであって、プリレコーデッド領域に情報が記録されている場合や、CD-R (Compact Disc recordable) や MD (Mini Disc) 等のようにウオブリックされたグルーブに記録時の回転制御情報やセクタのアドレス管

理情報が記録されている場合には、それらを記録情報としてみなしてもよい。

一方、光ディスク 5 が書き換え型ディスクであって、情報の書き込みがなされていない場合には、記録モードを設定して一定時間だけ情報の記録を行い、その記録が完了した後、読み取りモードに切り換えてフォーカス調整機能を ON 状態に設定する (S2, S3~S6)。

ここで、記録情報は特定パターンである必要はなく、通常のランレングス制限に従ったランダム性を有する任意なデータであれば足りる。

前記の記録は収差補正がなされていない状態で行うことになるが、適当なプリセット値に対応した補正状態でサーボ制御をかけて記録を実行しても、後述の収差補正手順には殆ど影響しない。

【0033】

前記の手順が完了すると記録情報の再生へ移行し、制御部 9 は光ディスク 5 に対する集光レンズ 4 の合焦点位置を求める (S7, S8)。

この合焦点位置は、光ディスク装置が備えているフォーカス・サーボ機能により合焦点位置での制御信号を検出することで求められる。

【0034】

次に、制御部 9 は集光レンズ 4 を前記の合焦点位置から $+\alpha$ だけ光軸方向へ移動させ、その状態で得られる再生信号を所定周期でサンプリングする (S9)。

ここで、再生信号は前記の記録情報に応じて各種周波数で振幅が変化しているが、制御部 9 はサンプリング信号の変化から最大振幅 G_a を求める (S10)。

この最大振幅 G_a は、ピークツウピーク値として求めるか、正負の何れか一方のピーク値として求めるかは任意である。

前記の最大振幅 G_a が求まると、制御部 9 は集光レンズ 4 を合焦点位置を中心に逆側へ等距離だけ移動させ (合焦点位置から $-\alpha$ だけ光軸方向へ移動)、前記と同様の手順でサンプリング信号の最大振幅 G_b を求める (S11, S12)。

そして、集光レンズ 4 の各位置で求められた再生信号の最大振幅の差 ($G_a - G_b$) を求め、その差の絶対値 $|G_a - G_b|$ が所定の閾値 E_{a1} 以下であるか否かを判定する (S13, S14)。

【0035】

ところで、従来技術における図 28 (B) から明らかなように、再生信号の振幅は長周期の部分が短周期の部分よりも大きくなるため、前記の最大振幅 G_a 、 G_b は長周期の再生信号から得られているものと考えられる。

また、図 29 (B) が示すように、光ディスク 101 の透明基板 103 の厚さ t が許容範囲を超えて球面収差が生じていると、集光レンズ 104 の合焦点からずれた位置で再生信号が最大振幅値をとる。

この実施形態に照らして更に具体的にみると、図 4 に示すように、長周期の再生信号の最大振幅についての焦点ずれ量に対する変化は二点鎖線で示すようになる。即ち、(A) 球面収差が (−) 側で生じている場合には合焦点より手前側で最大となり、(C) 球面収差が (+) 側で生じている場合には合焦点より奥側で最大となり、(B) 球面収差が生じていない場合には合焦点で最大となる傾向がある。

【0036】

このことから、前記の最大振幅の差 ($G_a - G_b$) の正負は球面収差が (+) / (−) 側の何れで生じているかを示し、また絶対値 $|G_a - G_b|$ は収差補正のための制御量を与えることになる。

そこで、この実施形態では、前記の E_{a1} の値をほぼ図 4 (B) の状態となる条件 (球面収差が許容範囲に収まる条件) を成立させるための絶対値 $|G_a - G_b|$ に対する閾値として設定しており、制御部 9 は、絶対値 $|G_a - G_b| > E_{a1}$ となっている場合には、($G_a - G_b$) をエラー値として収差補正部 3 を制御する (S14, S15)。

換言すれば、図 4 (B) の状態では $G_a = G_b$ になるため、閾値 E_{a1} は 0 に近い値として設定されている。

【0037】

そして、エラー値 ($G_a - G_b$) に基づいて収差補正部 3 を制御した後、再びステップ S8～S14 を繰り返して実行し、ステップ S14 で $|G_a - G_b| \leq E_{a1}$ が成立するまでその手順を繰り返す (S14, S15→S8～S14)。

前記の繰り返し手順は図 5 のタイミングチャートに示され、同図の (A) は集光レンズ 4 の位置の切り換わり状態を、(B) は繰り返し制御による再生信号の

最大振幅 G_a , G_b の変化を表しており、収差補正部 3 に対する繰り返し制御によって絶対値 $|G_a - G_b|$ が 0 へ収斂してゆく状態が確認できる。

【0038】

尚、この実施形態では前記のようにステップ S8～S14 を繰り返して実行させているが、光ディスク 5 の透明基板 10 の屈折率が一定であるような場合には、予めエラー値 ($G_a - G_b$) に対する収差補正部 3 の補正量をテーブル化しておき、そのテーブルを用いて 1 回の制御で最適な補正を行うようにすれば、収差補正を極めて迅速に完了させることができる。

また、前記の収差補正と共に集光レンズ 4 の本来的な焦点ずれを補正して最適化するようにすれば、より理想的な集光スポット 7 を構成できる。

その場合には、前記の収差補正手順と焦点ずれ補正とを交互に繰り返して最適化する方式や、双方の補正を同時に実行させて最適条件に追い込む方法等が考えられる。

【0039】

この実施形態によれば、上記のように光ディスクの条件を問わずに収差補正が可能であり、また集光レンズ 4 を合焦点位置の前後に等量分 α だけ移動させた状態で再生信号の最大振幅値を求めるだけで収差補正部 3 の制御データが得られるため、特許文献 1 の光ディスク装置と収差補正方法と比較して、極めて短い時間内で収差補正を完了させることができる。

尚、収差補正が完了後に再び合焦点位置を求め、集光レンズ 4 をその位置へ移動させるように制御し、以降、通常の記録又は再生を実行することは言うまでもない。

【0040】

[実施形態 2]

この実施形態は、特許文献 1 と同様に長周期と短周期の再生信号を用いて収差補正を実行するものである。

但し、実施形態 1 の場合と同様に通常の光ディスクを対象とするため、各周期の再生信号に係る最大振幅を求めるために特有の解析アルゴリズムが適用される。

また、収差補正をより短時間で行うための制御手順にも特徴がある。

【0041】

この実施形態が適用される光ディスク装置の概略構成は図1に示したものと同様であり、また、光ディスク5の確認手順に関しても実施形態1における図2のフローチャートに示した手順を実行する。

従って、ここではそれらの説明は省略し、記録情報の再生を開始した後の信号処理手順と収差補正のための制御手順について説明する。

【0042】

図6はこの実施形態において制御部9が実行する信号処理に係る機能ブロック図であり、また図7は信号処理・収差補正制御手順を示すフローチャートである。

先ず、光ディスク5の記録情報の再生が開始されると、光学系制御手段26は光ディスク5に対する集光レンズ4の合焦点位置を求める(S21, S22)。

そして、光学系制御手段26は集光レンズ4を合焦点位置から $+\alpha$ だけ移動させ、その状態で入力されてくる再生信号をA/D変換器21によって所定周期でサンプリングする(S23)。

この場合、A/D変換器21でのクロックは、自走している固定周波数のものであっても、PLL (phase-locked loop) 回路を用いて信号のビットに同期させたものであってもよい。

【0043】

前記のステップS21, S22は実施形態1の場合と同様であるが、この実施形態では、ゼロクロス検出部22とピーク・ボトム値検出部(以下、「PB値検出部」という)23と反転間隔検出部24とフィルタリング手段25によって再生信号に含まれている長周期と短周期の信号に係る振幅LA, SAを求める(S24)。

以下、この信号処理方式について具体的に説明する。

【0044】

サンプリングされた再生信号はゼロクロス検出部22とPB値検出部23へ入力される。

ここで、ゼロクロス検出部22は、所定レベルを閾値としたゼロレベルを設定

しており、再生信号とゼロレベルの差を求め、その差の極性が反転する度にその時点をゼロクロスポイントとして検出する。

そして、そのゼロクロス情報はPB値検出部23に与えられ、PB値検出部23が前後したゼロクロスポイントの中間時間帯に得られている再生信号のピーク値 P_n 及びボトム値 B_n を検出する。(但し、「 n 」は2個のゼロクロスポイント毎が得られる毎に1だけインクリメントされる整数である。)

【0045】

また、ゼロクロス検出部22で求められたゼロクロス情報は反転間隔検出部24に与えられ、反転間隔検出部24は前後したゼロクロスポイントの時間間隔に相当する反転間隔 T_n を検出する。即ち、ゼロクロス情報を受けた時点からクロック数をカウントし、次にゼロクロス情報を受けた時点でのカウント値を反転間隔 T_n として検出する。

そして、PB値検出部23が求めたピーク値 P_n 及びボトム値 B_n と反転間隔検出部24が求めた反転間隔 T_n の各情報はフィルタリング手段25に与えられる。

【0046】

フィルタリング手段25は、前記のゼロクロスポイントに係る反転間隔 T_n を長周期と短周期に分類するためのテーブルを備えており、反転間隔検出部24から反転間隔 T_n が得られる度に前記のテーブルに基づいて長周期か短周期かを判別し、各周期別にピーク値 P_n 及びボトム値 B_n を分けてメモリにセーブする。

そして、一定時間分の再生信号に基づいてセーブされた各周期別のピーク値 P_n 及びボトム値 B_n の代表値(平均値やメジアン)を求め、各周期別にピーク値 P_n とボトム値 B_n の代表値の差を演算して、長周期の再生信号の振幅 LA と短周期の再生信号の振幅 SA を得る。

【0047】

尚、前記の場合には、ピーク値 P_n とボトム値 B_n の双方を求め、振幅をピークツウピーク値として得ているが、PB値検出部23をピーク値検出部又はボトム検出部としてピーク値 P_n 又はボトム値 B_n の何れか一方のみを求め、各周期別のピーク値 P_n 又はボトム値 B_n をそのまま振幅としてもよい。

ピーク値 P_n とボトム値 B_n の双方を用いる方式は再生信号のアシンメトリ性に影響を受けないという長所があるが、何れか一方を用いる方式であっても十分な精度を確保できる場合もあり、解析手順が簡単になるという利点がある。

【0048】

以上の信号処理方式は図8を参照することにより更に具体的に理解できる。

同図では、横軸を時間軸に、縦軸を再生信号の信号レベルにとって再生信号の波形が示されており、その波形状の○がサンプリングポイントに相当する。

ゼロクロス検出部22は再生信号がゼロレベルを横切る度にその時点をゼロクロスポイントとしてゼロクロス情報Zを出力する。

このゼロクロス情報Zは次式で示され、ゼロクロスポイントのタイミングとそのポイントにおける再生信号の正負の傾斜に対応した極性を与える。

$$Z = \text{Pole}(S_{n-1}) \wedge \text{Pole}(S_n)$$

但し、 S_n : サンプリングポイントの信号レベル

\wedge : EX-OR 演算

Pole: 極性を 0, 1 で示したもの

【0049】

反転間隔検出部24は、ゼロクロス検出部22がゼロクロス情報Zを出力したタイミング毎にサンプリングポイントを計数することにより前後したゼロクロスポイントに係る反転間隔 T_n を得る。

PB値検出部23は、ゼロクロス検出部22がゼロクロス情報Zを出力する度に、次のゼロクロス情報Zが得られるまでの間のピーク値 P_n とボトム値 B_n を検出するが、図6においては、各反転間隔 T_n について●で示した $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6 \dots$ がピーク値に相当し、 $B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, \dots$ がボトム値に相当する。

このピーク値 P_n とボトム値 B_n は、山登り法を用いて検索することができる。

即ち、各反転間隔 T_n のサンプリング信号について、次式でMを演算してゆくことで極大値又は極小値を求め、直前の反転間隔 T_{n-1} でピーク値 P_{n-1} が得られている場合には前記の極値（極大値）をボトム値 B_n とし、逆にボトム値 B_{n-1} が得られている場合には前記の極値（極小値）をピーク値 P_n とする。

$$M = \text{MAX}(S_{n-1}, S_n) \quad \text{又は} \quad M = \text{MIN}(S_{n-1}, S_n)$$

但し、 S_n : サンプルングポイントの信号レベル

MAX: 2つの引数における大きい方を選択

MIN: 2つの引数における小さい方を選択

尚、前記のように振幅をピーク値 P_n 又はボトム値 B_n のみから求める場合には、前後した反転間隔 T_n において絶対値の大きい方を選択する方法も採用できる。

【0050】

次に、フィルタリング手段 25 は、反転間隔 T_n を長周期と短周期に区分するが、図 8 の例では、長周期を $T_n: 6 \sim 8$ とし、短周期を $T_n: 3$ として設定している。

そして、それぞれの周期別にピーク値 P_n とボトム値 B_n を区分し、区分されたピーク値 P_n とボトム値 B_n に関する代表値を求める。

図 8 では、長周期 ($T_n: 6 \sim 8$) については、ピーク値として P_1, P_5, \dots が、ボトム値として B_1, B_2, B_4, \dots が含まれ、短周期 ($T_n: 3$) については、ピーク値として P_0, P_2, P_4, \dots が、ボトム値として B_0, B_3, \dots が含まれることになり、長周期範囲に係る P_1, P_5, \dots が示す信号レベルの代表値を P_L 、 B_1, B_2, B_4, \dots が示す信号レベルの代表値を B_L 、短周期範囲に係る P_0, P_2, P_4, \dots が示す信号レベルの代表値を P_S 、 B_0, B_3, \dots が示す信号レベルの代表値を B_S とすれば、次のような関係でフィルタリング後の値が得られる。

フィルタリングした値

ピーク	長周期範囲	$T_n: 6 \sim 8$	→	P_L
ピーク	短周期範囲	$T_n: 3$	→	P_S
ボトム	短周期範囲	$T_n: 3$	→	B_S
ボトム	長周期範囲	$T_n: 6 \sim 8$	→	B_L

【0051】

そして、フィルタリング手段 25 は、長周期の再生信号の振幅 L_A と短周期の再生信号の振幅 S_A を次式で求める。

$$L_A = P_L - B_L$$

$$SA = PS - BS$$

この各周期に係る振幅 LA , SA はピークツウピーク値として求めたものであるが、ピーク値又はボトム値自体を振幅として求める場合には、次式のように定めてもよい。

$$LA = PL, SA = PS \quad \text{又は} \quad LA = -BL, SA = -BS$$

【0052】

ここで、図7のフローチャートに戻って、前記の処理によって得られた長周期と短周期の再生信号に係る各振幅 LA , SA は光学系制御手段26へ出力されるが、光学系制御手段26は各周期に係る振幅 LA , SA の差 $\Delta Ga = (LA - SA)$ を求める (S24)。

【0053】

次に、光学系制御手段26は、ステップS23とは逆に集光レンズ4を合焦点位置から $-\alpha$ だけ移動させる (S25)。

そして、その状態で得られる再生信号をA/D変換器21によって所定周期でサンプリングし、前記と同様の信号処理方式に基づいて長周期と短周期の再生信号の振幅 LA' , SA' を求め、それらの差 $\Delta Gb = (LA' - SA')$ を求める (S26)。

【0054】

ところで、光学系制御手段26は集光レンズ4の位置を合焦点を中心として光軸方向に $\pm \alpha$ だけ移動させて長周期と短周期の再生信号の振幅 LA , SA , LA' , SA' を求めており、それらを実施形態1で検証した図4と同様に焦点ずれ量と信号振幅の関係に対応させてみると、各振幅 LA , SA , LA' , SA' は図9に示すような位置付けとなる。

同図に示すように、光ディスク5の透明基板10の厚み t による球面収差の状態(A),(B),(C)に応じて、焦点ずれ量に対する長周期と短周期の再生信号の振幅は異なる変化を呈する。但し、同図では実線が長周期の再生信号の振幅変化を、破線が短周期の再生信号の振幅変化に相当する。

そして、球面収差が発生している場合において、各周期に係る振幅変化が最大値となる焦点ずれ量は合焦点を中心に逆方向へシフトしており、これは従来技術

の図 29 (B) で説明した内容に照応する。

具体的には、(A) 球面収差が (－) 側で生じている場合においては、長周期の再生信号に係る最大振幅が合焦点より手前側で、短周期の再生信号に係る最大振幅が合焦点より奥側で最大となり、(C) 球面収差が (+) 側で生じている場合においては前記と逆の関係になり、また (B) 球面収差が生じていない場合においては、各再生信号の最大振幅は合焦点で得られる。

従って、図 9 から明らかなように、(A) 球面収差が (－) 側で生じている場合では $\Delta G_a < \Delta G_b$ となり、(C) 球面収差が (+) 側で生じている場合には $\Delta G_a > \Delta G_b$ となり、(B) 球面収差が生じていない場合には $\Delta G_a = \Delta G_b$ となる。

【0055】

そこで、図 7 に戻って、光学系制御手段 26 は $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ を演算し、その差の絶対値 $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ が所定の閾値 E_{a2} 以下であるか否かを判定する (S27, S28)。

ここに、 $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ の正負は球面収差が (+) / (－) 側の何れで生じているかを表し、また絶対値 $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ は収差補正のための制御量を与えることになる。

従って、光学系制御手段 26 は、 E_{a2} の値をほぼ図 9 (B) の状態となる条件 (球面収差が許容範囲に収まる条件) を成立させるための絶対値 $|G_a - G_b|$ に対する閾値として設定しており、 $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ をエラー値として収差補正部 3 を制御する (S28, S29)。

尚、図 9 (B) の状態では $\Delta G_a = \Delta G_b$ になるため、閾値 E_{a2} は 0 に近い値として設定されている。

【0056】

以降、 $(\Delta G_a - \Delta G_b)$ に基づいて収差補正部 3 を制御した後に、再びステップ S22～S28 を繰り返して実行し、ステップ S28 で $|\Delta G_a - \Delta G_b| \leq E_{a2}$ が成立するまでその手順を繰り返すことは実施形態 1 の場合と同様である (S28, S29→S22～S28)。

その結果、収差補正部 3 は段階的に入射光ビームの発散又は収束角度を調整し

、 $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ が 0 へ収斂してゆくことにより、最終的に $|\Delta G_a - \Delta G_b| \leq E_{a2}$ が得られた段階で収差補正を完了する。

尚、この実施形態では前記のようにステップ S22～S28 を繰り返して実行させているが、光ディスク 5 の透明基板 10 の屈折率が一定であるような場合に、予めエラー値 ($\Delta G_a - \Delta G_b$) に対する収差補正部 3 の補正量をテーブル化しておき、そのテーブルを用いて 1 回の制御で最適な補正を行うようにすれば、収差補正を極めて迅速に完了させることができ、また、前記の収差補正手順と同時に又は交互に集光レンズ 4 の本来的な焦点ずれの補正実行することにより、より理想的な集光スポット 7 を構成できることも実施形態 1 の場合と同様である。

【0057】

ここで、この実施形態に係る図 9 と実施形態 1 に係る図 4 とを比較すれば明らかなように、集光レンズ 4 の移動量 $\pm \alpha$ に対する図 9 における $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ は図 4 における $|G_a - G_b|$ よりも大きな値となっており、また焦点ずれ量に対する $|\Delta G_a - \Delta G_b|$ の変化率は $|G_a - G_b|$ の変化率よりも大きい。

従って、この実施形態によれば、前記の信号処理方式によって長周期と短周期の再生信号の振幅を求めた上で ($\Delta G_a - \Delta G_b$) をエラー値として収差補正制御を実行していることにより、より正確で効率的な制御が可能になる。

【0058】

[実施形態 3]

前記の実施形態 1 及び 2 において、集光レンズ 4 の各位置における再生信号の最大振幅は収差補正部 3 に対する制御データを求めるための基本情報であり、その最大振幅を求めるための信号処理方式は収差補正の精度を確保する上で極めて重要な意義を有している。

また、前記の実施形態 2 で説明した再生信号の処理方式 (図 7 のステップ S24, S26) は一実施例に過ぎず、その他にも多様な信号処理方式が適用できる。

そこで、この実施形態では、実施形態 1 及び 2 に適用できる各種の信号処理方式を以下の各実施例として具体的に説明する。

尚、下記の実施例の信号処理方式自体は、従来技術に係る特許文献 1 の収差補正方法において集光レンズ 104 の位置を変化させながら各周期の再生信号の振

幅変化を求める場合にも適用できる。

【0059】

<実施例1>

この実施例に係る信号処理方式は実施形態2に適用できるものであり、光ディスク装置の制御部9が実行する信号処理に係る機能ブロック図は図10に示される。

まず、実施形態2の場合と同様に、光ディスク5の記録情報を読み取った再生信号は光検出器8から制御部9に入力され、A/D変換器31によってサンプリングされる。

但し、この場合のA/D変換器31に供給されるクロックはPLL回路を用いて信号のビットレートに同期させており、サンプリングはそのビットレートで実行される。

【0060】

サンプリングされた再生信号はゼロクロス検出部22と補間部32へ出力される。

ゼロクロス検出部22は、実施形態2の場合と同様の手順でゼロクロス情報Zを検出し、それをパーシャルレスポンス判別部（以下、「PR判別部」という）33へ出力する。

一方、補間部32は、再生信号を180degreeだけ遅延させて、1つ前のサンプリング信号と現在のサンプリング信号の平均をとり、それをフィルタリング手段34と前記のPR判別部33へ出力する。

【0061】

PR判別部33は、前記のゼロクロス情報と平均データとを用い、再生信号のランレングス制限（RL）とPR特性で定められる状態遷移に基づいて目標値の判別を行う。

ここで、パーシャルレスポンス（PR）特性について説明しておく。

PR(a, b, b, a)の特性を孤立波に付与して等化すると、その等化波形は(1, 7)RLの場合、0, a, a+b, 2a, 2b, a+2b, 2a+2bの7値をとる。

そして、この7値をビタビ復号器に入力すると、元の信号（入力値）とPR等化後の再生信号（出力値）は過去の信号の拘束を受けるが、これとRL L（1，7）によって入力信号の“1”が2回以上続かないことを利用すると、図11に示すような状態遷移図で表わすことができる。

同図において、S0～S5は直前の出力値により定まる状態を示す。

この状態遷移図から、例えば、状態S2にあるときは、入力値が $a+2b$ のとき出力値が1となって状態S3へ遷移し、入力値が $2b$ のとき出力値が1となって状態S4へ遷移するが、それ以外の入力値は入力されない。

ところで、前記のゼロクロス情報Zが“1”であるときはゼロクロスポイントに相当し、これは、図11の状態遷移図では「 $a+b$ 」という値で表わされており、状態S1→S2又は状態S4→S5へ遷移する過程において発生する。

その場合、図11で右半分の状態S2，S3，S4は正の値の経路（ $a+b=0$ に正規化した場合、 $a+2b$ 、 $2a+2b$ 、 $2b$ のいずれか）を辿り、左半分の状態S5，S0，S1は負の値の経路（ $a+b=0$ に正規化した場合、0、 a 、 $2a$ のいずれか）を辿るため、ゼロクロスポイントの前又は後の値を参照することにより、正の経路であるか、負の経路であるかが判別できる。

しかも、あるゼロクロスポイントから次のゼロクロスポイントまでの間隔が分かれば（即ち、状態S2から状態S5に至るまで、又は状態S5から状態S2に至るまでの遷移数が分かれば）、経路が確定することになり、取り得るべき値が各々のサンプル点に対して明確になる。

また、図11の状態遷移図で「 $a+b$ 」以外の値、即ち、ゼロクロスポイントでないときは、ゼロクロス情報Zは“0”である。

この状態遷移図から、ゼロクロスポイント（ $Z=“1”$ ）は2つ連続して取り出されることはなく、また、RL L（1，X）の場合は、隣接するゼロクロスポイント（ $Z=“1”$ ）の間には最低1つの“0”が存在する（ゼロポイント情報Zが“1”→“0”→“1”と変化したとき、即ち、状態S1→S2→S4→S5、あるいは状態S4→S5→S1→S2と遷移したとき）。

尚、RL L（2，X）の場合は、隣接する $Z=“1”$ の間には最低2つの“0”が存在する。

実際の信号では、ノイズ等の影響により、ゼロクロスポイント自体の検出を誤ることも十分に予想されるが、フィードバック制御の場合、正しい判定のできる確率が誤る確率を上回っていれば、正しい方向に収束していくはずであり、また、十分な積分処理のため、単発のノイズは実用上問題ないと考えられる。

【0062】

PR判別部33は、以上のパルシャルレスポンス (PR) 特性に基づいて、例えばPR (a, b, b, a) 特性に対して、再生信号の最小ランレングス制限が2 (最小反転間隔が3) のときは、図11において $S2 \rightarrow S4$ 及び $S5 \rightarrow S1$ のパスが存在せずに周回パスのみの状態遷移となり、ゼロクロスする状態はS2とS5であることから、極性とゼロクロスポイント間の間隔が分かれば各サンプリングポイントでの目標値は決定できる。

また、再生信号の最小ランレングス制限が1 (最小反転間隔が2) のときは、そのまま図11の状態遷移となり、やはりゼロクロスする状態はS2とS5であるために、前記と同様に各サンプリングポイントでの目標値は決定できる。

即ち、PR判別部33は、ゼロクロス検出部22のゼロクロス情報Z (極性及びゼロクロスポイント間の間隔も含む) と補間部32から出力される隣接したサンプリング信号の平均値データに基づいて、その平均値データが何れの目標値に対応するものであるかの判別データを作成する。

【0063】

次に、フィルタリング手段34は、PR判別部33から得られる判別データを用いて補間部32から得られる各平均値データを目標値毎に区分する。

但し、ゼロレベルは用いないために省略される。

具体的には、図12に示すように、フィルタリング手段34はPR判別部33から得られた目標値; $2a + 2b$, $a + 2b$, a , 0 に対応させて各平均値データを区分けし、区分けされたデータ群毎にその平均値PL, PS, BS, BLを求める。

【0064】

同図では、○で示した平均値データ群が目標値; $2a + 2b$, 0 に属し、●で示した平均値データ群が目標値; $a + 2b$, a に属しているが、目標値; $2a +$

2bに属する平均値データ群は長周期の信号のピーク値に近い値を、目標値；0に属する平均値データ群は長周期の信号のボトム値に近い値を、目標値；a+2bに属する平均値データ群は短周期の信号のピーク値に近い値を、目標値；aに属する平均値データ群は短周期の信号のボトム値に近い値をとっていることになる。

従って、前記の平均値PL, BLはそれぞれ長周期の信号のピーク値とボトム値に近似した値となり、また平均値PS, BSは短周期の信号のピーク値とボトム値に近似した値となる。

【0065】

そして、フィルタリング手段34は、実施形態2の場合と同様に、長周期の再生信号の振幅LAと短周期の再生信号の振幅SAをピークツウピーク値として次式で求める。

$$LA = PL - BL$$

$$SA = PS - BS$$

また、振幅LA, SAをピーク値又はボトム値自体を振幅として求める場合に、次式のように定めてもよいことも実施形態2の場合と同様である。

$$LA = PL, SA = PS \quad \text{又は} \quad LA = -BL, SA = -BS$$

【0066】

<実施例2>

この実施例に係る信号処理方式は実施形態2に適用できるものであり、その信号処理に係る機能ブロック図は図13に示される。

同図において、A/D変換器41は固定周波数の自走クロックで動作しており、光検出器8から入力された再生信号をサンプリングし、そのサンプリング信号をDPLL (Digital Phase Locked loop) 部42へ出力する。

【0067】

ここで、DPLL部42は自己完結したPLL機能を備え、入力された信号を自身で補間してリサンプリング信号として生成すると共に、位相エラーを抽出してそれをフィードバックすることにより補間のタイミングを制御する機能を有している。

具体的には、図 14 に示すような構成からなり、リサンプリング・補間部 42a が、A/D 変換器 41 のサンプリング信号をタイミング生成部 42b から得られるタイミング信号に基づいてリサンプリングすると共に、1 つ前のサンプリング信号と現在のサンプリング信号の平均をとり、それを補間処理したリサンプリング信号として位相エラー検出部 42c へ出力する。

位相エラー検出部 42c では、補間処理後のリサンプリング信号を次段のフィルタリング手段 34 へ出力させると共に、位相エラーを検出してループフィルタ 42d へ出力するが、位相エラーの検出に際してゼロクロスの検出も並行して行うため、ゼロクロス情報 Z もフィルタリング手段 34 へ出力する。

ループフィルタ 42d は位相エラー信号の低域成分を抽出し、エラーレベル情報として前記のリサンプリング・補間部 42a へ出力する。

従って、この DPLL 部 42 によれば、自走クロックで動作している A/D 変換器 41 の出力を正確なタイミングで補間したリサンプリング信号を得ることができると共に、位相エラー検出部 42c からゼロクロス情報 Z も得られる。

【0068】

次に、DPLL 部 42 のリサンプリング信号とゼロクロス情報 Z は PR 判別部 33 へ出力され、PR 判別部 33 が、実施例 1 の場合と同様に、ゼロクロス情報とリサンプリング信号とを用いて再生信号のランレンクス制限 (RLR) と PR 特性で定められる状態遷移に基づいた目標値の判別を行う。

そして、フィルタリング手段 34 には DPLL 部 42 のリサンプリング信号と PR 判別部 33 の目標値判別データが入力されており、以降、前記の実施例 1 の場合と同様の手順で長周期の再生信号の振幅 LA と短周期の再生信号の振幅 SA が求められる。

【0069】

<実施例 3>

この実施例に係る信号処理方式は実施形態 1 に適用できるものであり、その信号処理に係る機能ブロック図は図 15 に示される。

同図において、実施例 2 の図 13 における各機能部と同一符号で示されているものは同一の機能部である。

この実施例の特徴は、実施例 2 における P R 判別部 3 3 が P R 判別・等化部 5 1 になっており、その P R 判別・等化部 5 1 が D P L L 部 4 2 から入力されるリサンプリング信号とゼロクロス情報に基づいて P R 等化とランレングス制限によって定まる状態遷移から目標値の仮判別を行い、更に実際のリサンプリング信号の前記目標値に対するエラーを等化するか否かを選択する点にある。

即ち、実施例 1 の図 1 1 及び図 1 2 で説明したように、状態 S 2 と S 5 がゼロポイントに相当し、 $2a + 2b$ が正側の最大の目標値となり、0 が負側の最大の目標値となるが、それらの目標値に係るリサンプリング信号に対してはエラー等化を選択せず、その他の目標値である $a + 2b$, $a + b$, a についてのみエラー等化を選択する。

【0070】

その場合、目標値 $a + 2b$, $a + b$, a に係る短周期のリサンプリング信号に波形等化処理がなされることになり、特に長周期から短周期へ変化する際の信号間のクロストークが抑圧される。

従って、目標値 $2a + 2b$, 0 に係る長周期のリサンプリング信号は入力信号に応じて変化するが、それ以外の目標値 $a + 2b$, $a + b$, a に係る短周期のリサンプリング信号は等化されてほぼ一定値に近い値となる。

具体的には、実施例 1 における図 1 2 で示した $a + 2b$, a に属するリサンプリング信号（●の信号）と $a + b$ に属するリサンプリング信号（ゼロクロス付近の信号）は等化処理によってほぼ一定になり、 $2a + 2b$, 0 に係るリサンプリング信号だけが実際の振幅を反映したものとなる。

【0071】

従って、フィルタリング手段 3 4 で処理を行う際に、長周期の信号のピーク値 P L とボトム値 B L を信号間のクロストークの影響を受けずに検出でき、集光レンズ 4 の焦点ずれ量に対する長周期の信号の振幅 L A ($= P L - B L$) を正確に求めることができる。

尚、この実施例では、短周期の信号の振幅に相当する S A ($= P S - B S$) はほぼ一定値となる。

【0072】

次に、フィルタリング手段 34 で得られた各周期の信号の振幅データ LA , SA は光学系制御手段 26 へ出力されるが、短周期の信号の振幅 SA は前記のように一定値となるため、実施形態 2 における図 9 と同様に焦点ずれ量に対する各周期の信号の振幅変化を表すと図 17 のようになる。

従って、同図から明らかなように、フィルタリング手段 34 から光学系制御手段 26 へ出力される制御データ $\Delta Ga (= LA - SA)$, $\Delta Gb (= LA' - SA')$ は主に長周期の再生信号の振幅 LA , LA' の変化だけを反映したものとなる。

尤も、 SA , SA' は同一の値になることから、図 18 に示すように、長周期の再生信号の振幅 LA , LA' をそのまま制御データ $\Delta Ga (= LA)$, $\Delta Gb (= LA')$ として用いてもよい。

【0073】

尚、この実施例では DPLL 部 42 でリサンプリング・補間を行っているが、リサンプリングを行わない場合には、図 16 に示すように、クロックが PLL 回路によって入力信号のビットレートに同期する A/D 変換器 31 を適用し、そのサンプリング信号を PR 判別・等化部 51 とゼロクロス検出部 22 へ出力し、PR 判別・等化部 51 がゼロクロス検出部 22 からのゼロクロス情報 Z を用いて PR 等化とランレングス制限によって定まる状態遷移から目標値の仮判別を行うようにしてもよい。

【0074】

<実施例 4>

この実施例における信号処理に係る回路構成は図 19 に示される。

同図において、固定周波数の自走クロックで動作する A/D 変換器 31 によってサンプリングされた信号は ATC (Automatic Threshold level Control) 回路 61 へ入力され、そのセンタレベル (DC レベル) が最適な閾値に一致するように DC 制御される。

ATC 回路 61 の出力は AGC (Automatic Gain Control) 回路 62 に入力され、比較的短い反転間隔信号が一定の大きさになるように利得制御された後、エンベロープ検波回路 63 によって、図 23 (B) に示すように上側のエンベロー

プLaと下側のエンベロップLbの振幅成分が検出され、それらの差として最大振幅Gを求めて光学系制御手段26へ出力させる。

従って、この実施例の信号処理方式は、実施形態1の場合のように長周期の信号の振幅を求める場合に好適であり、図4で示したGA、GBを高い精度で求めることができる。

【0075】

但し、この実施例におけるAGC回路62は、通常の利得制御機能ではなく、比較的短い反転間隔信号を一定の大きさにする機能を備えているため、図19に示すように、本来の利得制御回路62aと共にクロス抽出部62bとエラー検出部62cを内蔵している。

以下、そのAGC回路62の機能及び動作について具体的に説明する。

【0076】

クロス抽出部62bは、図20に示すように、再生信号Sの最小反転間隔における再生信号Sのレベル差のセンターレベル辺りに設定されている中間レベルの第1のスレッシュホールドレベルTh0と、Th0よりも大レベルの第2のスレッシュホールドレベルTh1と、Th0よりも小レベルの第3のスレッシュホールドレベルTh2の計3つのスレッシュホールドレベルが予め設定されており、それら3つのスレッシュホールドレベルTh0、Th1、Th2のそれぞれについて再生信号が横切ったときの回数を独立に積算し、それら3つの積算値のどれかが予め設定した設定値に到達した時、3つの積算値をすべてクリアして再び同じ動作を繰り返す構成とされている。

【0077】

図21にクロス抽出部62bの回路系統図を示す。

同図に示すように、クロス抽出部62bは、利得制御回路62aから出力された再生信号Sが入力される3つのクロス検出器71-0～2と、各クロス検出器71-0～2に対応させて設けられた比較器72-0～2と、比較器72-0～2の出力信号が入力される3入力OR回路73とから構成されている。

【0078】

各クロス検出器71-0～2は、予めそれぞれのスレッシュホールドレベル（閾値

) が図 20 に示した T_{h0} , T_{h1} , T_{h2} の値に設定されており、その設定スレッシュホールドレベルを再生信号 S が横切る毎にカウントした積算値 (クロスカウント値) $C0$, $C1$, $C2$ を出力する。

ここで、スレッシュホールドレベル T_{h0} と T_{h1} のレベル差、及び T_{h0} と T_{h2} のレベル差は P として等しく設定されており、且つ、レベル差 P は最小反転間隔に係る振幅の最小値 Q よりも小さく設定されている。

従って、これら 3 つのスレッシュホールドレベル T_{h0} , T_{h1} , T_{h2} の内のいずれかのスレッシュホールドレベルが必ず正しいゼロクロス値を示すことになる (図 20 の例では、スレッシュホールドレベル T_{h0}) 。

【0079】

再び図 21 に戻って、各クロス検出器 71-0 ~ 2 で検出されたクロスカウント値は比較器 72-0 ~ 2 へ出力され、各比較器 72-0 ~ 2 において共通の設定値と別々に大小比較される。

この設定値は最小反転間隔に対して十分に長い期間における本来の平均ゼロクロスカウント値に設定されており、比較器 72-0 ~ 2 はそれぞれ前記の設定値に一致したときに “H” の一致信号を出力するように構成されている。

【0080】

従って、比較器 72-0 ~ 2 の内の入力積算値 (クロスカウント値) が最も早く設定値に達した比較器から一致信号 “H” が取り出され、これが OR 回路 73 によるリセットパルスとして各クロス検出器 71-0 ~ 2 に共通に供給されて、それぞれの積算値 (クロスカウント値) をリセットする。

前記のように、3 つのスレッシュホールドレベル T_{h1} , T_{h0} , T_{h2} の内のいずれかのスレッシュホールドレベルが必ず正しいゼロクロス値を示すため、最も早く設定値に達した積算値が必ず最小反転間隔を含んでいることになり、これをエラー演算に使用する。

通常は、前記の 3 つのスレッシュホールドレベル T_{h1} , T_{h0} , T_{h2} の内で中央のスレッシュホールドレベル T_{h0} を所定時間内で再生信号が横切る回数が最も多いため、中央のスレッシュホールドレベル T_{h0} のクロス回数の積算値 $C0$ が最も早く前記の設定値に達するはずである。

【0081】

そこで、図19のエラー検出部62cは、前記のクロス抽出部62bにおける中央のスレッシュホールドレベル T_{h0} のクロス回数の積算値 C_0 と、上側のスレッシュホールドレベル T_{h1} のクロス回数の積算値 C_1 と、下側のスレッシュホールドレベル T_{h2} のクロス回数の積算値 C_2 の比較結果に基づいて、所定の単位時間における中央のスレッシュホールドレベル T_{h0} のクロス回数の積算値 C_0 が積算値 C_1 及び C_2 よりも多くなるように、また、積算値 C_1 と C_2 のバランスが等しくなるように、DCエラー信号を発生すると共に、積算値 C_1 と C_2 が積算値 C_0 に対し一定の割合の値になるように利得エラー信号を出力する。

【0082】

図22のフローチャートは前記のエラー検出部62cの動作手順を更に具体的に示すものである。

先ず、クロス抽出部62bの出力リセット信号が“H”レベルになった時、即ち、前記の設定値に達した時に、積算値が $C_0 \geq C_1$ と $C_0 \geq C_2$ の状態にあるか否かを判定する(S31, S32)。

ここで、前記の状態が成立している場合、即ち、所定の単位時間における中央のスレッシュホールドレベル T_{h0} に係るクロス回数の積算値 C_0 が他の積算値 C_1 , C_2 より大きいときには、再生信号が本来の振幅範囲にあることになる。

【0083】

そして、積算値 C_1 , C_2 が共に所定値（ノイズの影響を考慮して、例えば C_0 の70%程度の値）より大きいときには、再生信号の振幅が大きいと判断して利得を下げる方向の利得エラー信号を出力させる(S33, S34)。

一方、逆に積算値 C_1 , C_2 が共に所定値より小さいときには、再生信号の振幅が小さいと判断して利得を下げる方向の利得エラー信号を出力させる(S33→S35, S36)。

尚、 $C_0 \geq C_1$ と $C_0 \geq C_2$ の状態以外の場合、又は、 $C_0 \geq C_1$ と $C_0 \geq C_2$ であっても $C_1 \geq \text{所定値} \geq C_2$ 若しくは $C_2 \geq \text{所定値} \geq C_1$ となっている場合には、利得エラー信号を出力させない(S32→S37, S35→S37)。

【0084】

その結果、図23の(A)に示す再生信号における短周期の信号は(B)に示すように一定に近い振幅となり、長周期の信号を短周期の信号から明確に分離して正確に検出できるため、実施例3で波形等化处理を行った場合と同様の利点がある。

また、上記のように、エンベロープ検出回路63で長周期の信号を検波すれば、図23の(B)の上側のエンベロープLaと下側のエンベロープLbのレベル差をそのまま長周期の信号の振幅Gとして検出でき、光学系制御手段26がそれを制御データとした収差補正を実行できる。

この実施例においては、PLL回路を用いることなく動作するため、トラッキング・サーボがかかっていない場合でも、正確な収差補正データを得ることができる。

【0085】

[実施形態4]

上記の実施形態1及び2（実施形態3の各実施例における再生信号の最大振幅を求め方が適用する場合も含む）の収差補正方法は、それらを独立した収差補正モードとして実行させるだけでなく、光ディスク装置が通常の記録又は再生を実行している状態の中でも実行させることができる。

即ち、連続的な記録又は再生を可能な範囲で速い線速度で実行させて余裕時間を適宜確保するようにし、その確保した余裕時間に前記の実施形態1又は2の手順を実行させることもできる。

【0086】

光ディスク装置では、連続的な記録又は再生時に温度変化に伴ってレーザの波長が微妙にずれて、それによっても光ディスク5で球面収差が発生するが、この実施形態の方式によれば、連続的な記録又は再生中に適宜収差補正を行えるため、レーザの波長のずれに起因した球面収差も適応的に補正できることになる。

尚、この実施形態の場合、前記のように記録又は再生中に収差補正のための時間的余裕が確保されることが条件になるが、定期的に行うか不定期に行うかは任意である。

【0087】

【発明の効果】

本発明の光ディスク装置における収差補正方法は、以上の構成を有していることにより、次のような効果を奏する。

請求項1の発明は、光ディスクにおける透明基板の厚さに許容値を超えた誤差があり、それに起因して集光スポットに生じる球面収差を補正する場合に、特定の光ディスクを用いることなく、また光ディスクの種類を問わずに、再生信号に含まれる長周期の信号から簡単な手順で収差補正量を正確に求め、より迅速な補正制御を可能にする。

また、収差補正部を備えた光ディスクであれば、特別な光学系を必要としないため、光ディスク装置の大型化や製造コストの増大を招くことがなく、製品化が容易であるという利点もある。

請求項2の発明は、請求項1の発明において、より正確な収差補正制御を実現する。

請求項3及び請求項4の発明は、請求項1の発明において、信号間のクロストークを抑制して再生信号に含まれる長周期の信号のみを正確に検出させ、より適正な補正データによる収差補正を可能にする。

請求項5の発明は、請求項1の発明と同様の効果を有すると共に、再生信号に含まれる長周期と短周期の信号から変化率の大きい制御データを求めるため、更に正確な収差補正を可能にする。

請求項6の発明は、請求項5の発明において、より正確な収差補正制御を実現する。

請求項7及び請求項8の発明は、請求項5の発明において、長周期と短周期の信号の最大振幅を合理的に求めて制御データを得る方式を提供する。また、請求項8の発明においては、PLL回路を必要とせず、トラッキング・サーボがOFF状態でも収差補正制御が可能になるという利点がある。

請求項9の発明は、光ディスク装置が連続的な記録又は再生を実行時においてレーザの波長がずれても、それに伴う球面収差のずれも併せて適応的に補正することを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光ディスク装置における収差補正方法に係る実施形態が適用される光ディスク装置の概略的構成図である。

【図 2】

実施形態 1 に係る収差補正手順を示すフローチャート（ステップ S1～S6 まで）である。

【図 3】

実施形態 1 に係る収差補正手順を示すフローチャート（ステップ S7～S15 まで）である。

【図 4】

再生信号に含まれている長周期の信号の最大振幅に係る焦点ずれ量に対する変化（二点鎖線）と、集光レンズを合焦点位置から $\pm \alpha$ だけ移動させた位置で得られる最大振幅を示すグラフである。但し、（A）は球面収差が（－）側で生じている場合、（B）は球面収差が生じていない場合、（C）は球面収差が（＋）側で生じている場合である。

【図 5】

収差補正手順を繰り返して実行している状態における集光レンズの位置（A）と再生信号の最大振幅の変化（B）を示すタイミングチャートである。

【図 6】

実施形態 2 において制御部が実行する信号処理に係る機能ブロック図である。

【図 7】

実施形態 2 に係る収差補正手順を示すフローチャートである。

【図 8】

実施形態 2 において長周期と短周期の再生信号の最大振幅を求める手順（図 7 におけるステップ S24, S26）を具体的に説明するためのグラフである。

【図 9】

再生信号に含まれている長周期と短周期の信号の最大振幅に係る焦点ずれ量に対する変化（実線；長周期，点線；短周期）と、集光レンズを合焦点位置から $\pm \alpha$ だけ移動させた位置で得られる各周期の信号の最大振幅を示すグラフである。

但し、(A)は球面収差が(－)側で生じている場合、(B)は球面収差が生じていない場合、(C)は球面収差が(＋)側で生じている場合である。

【図 10】

実施形態 3（光ディスク装置の制御部が実行する各種信号処理方式に係る実施例）において、実施例 1（実施形態 2 に関連）の信号処理方式に係る機能ブロック図である。

【図 11】

パーシャルレスポンス判別部におけるランレングス制限とパーシャルレスポンス特性 [PR (a, b, b, a) の場合の特性] で定められる状態遷移図である。

【図 12】

フィルタリング手段が、パーシャルレスポンス判別部から得られる判別データを用いて補間部から得られる各平均値データを目標値毎に区分し、長周期と短周期の再生信号の最大振幅を求める手順を具体的に説明するためのグラフである。

【図 13】

実施形態 3（光ディスク装置の制御部が実行する各種信号処理方式に係る実施例）において、実施例 2（実施形態 2 に関連）の信号処理方式に係る機能ブロック図である。

【図 14】

DPLL部の構成を示す機能ブロック図である。

【図 15】

実施形態 3（光ディスク装置の制御部が実行する各種信号処理方式に係る実施例）において、実施例 3（実施形態 1 に関連）の信号処理方式に係る機能ブロック図である。

【図 16】

実施例 3 の信号処理方式に係る他の構成例を示す機能ブロック図である。

【図 17】

実施例 3 の信号処理方式において、再生信号に含まれている長周期と短周期の信号の最大振幅に係る焦点ずれ量に対する変化（実線；長周期，点線；短周期）

と、集光レンズを合焦点位置から $\pm \alpha$ だけ移動させた位置で得られる各周期の信号の最大振幅を示すグラフである。 $(\Delta G_a, \Delta G_b)$ は、集光レンズが各位置にある場合における各周期の信号の最大振幅の差に相当する。)

但し、(A)は球面収差が(－)側で生じている場合、(B)は球面収差が生じていない場合、(C)は球面収差が(＋)側で生じている場合である。

【図 18】

実施例 3 の信号処理方式において、再生信号に含まれている長周期と短周期の信号の最大振幅に係る焦点ずれ量に対する変化(実線;長周期, 点線;短周期)と、集光レンズを合焦点位置から $\pm \alpha$ だけ移動させた位置で得られる各周期の信号の最大振幅を示すグラフである。 $(\Delta G_a, \Delta G_b)$ は、集光レンズが各位置にある場合における長周期の信号の最大振幅に相当する。)

但し、(A)は球面収差が(－)側で生じている場合、(B)は球面収差が生じていない場合、(C)は球面収差が(＋)側で生じている場合である。

【図 19】

実施形態 3 (光ディスク装置の制御部が実行する各種信号処理方式に係る実施例)において、実施例 4 (実施形態 1 に関連)の信号処理方式に係るブロック回路である。

【図 20】

再生信号波形に対する 3 つのスレッシュホールドレベル T_{h0} , T_{h1} , T_{h2} の設定態様を説明するためのグラフである。

【図 21】

クロス抽出部の回路構成図である。

【図 22】

エラー検出部によるエラー信号生成手順を示すフローチャートである。

【図 23】

利得制御部への入力信号 (A) と出力信号 (B) の信号波形を示すグラフである。

【図 24】

一般的な光ディスクの断面図と集光レンズによる集光スポットの構成態様を示

す図である。

【図 25】

透明基板の厚さのずれが許容値内である場合における、焦点ずれ量に対する集光スポットの光軸を中心とした光強度分布の変化を示す図である。

【図 26】

透明基板の厚さのずれが許容値を超えた場合における、焦点ずれ量に対する集光スポットの光軸を中心とした光強度分布の変化を示す図である。

【図 27】

従来技術に係る特許文献 1 の発明に適用される光ディスクの平面図 (A) と断面図 (B) である。

【図 28】

特定パターンの長周期と短周期のピット列 (A) とそれらピット列から得られる再生信号の信号波形 (B) を示す図である。

【図 29】

長周期と短周期のピット列から再生された各信号の最大振幅に係る集光レンズの焦点ずれ量に対する変化 (実線; 長周期, 点線; 短周期) を示すグラフである。

但し、(A) は集光スポットで球面収差が生じていない場合、(B) は球面収差が生じている場合である。

【図 30】

特許文献 1 の発明において推察される収差補正手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

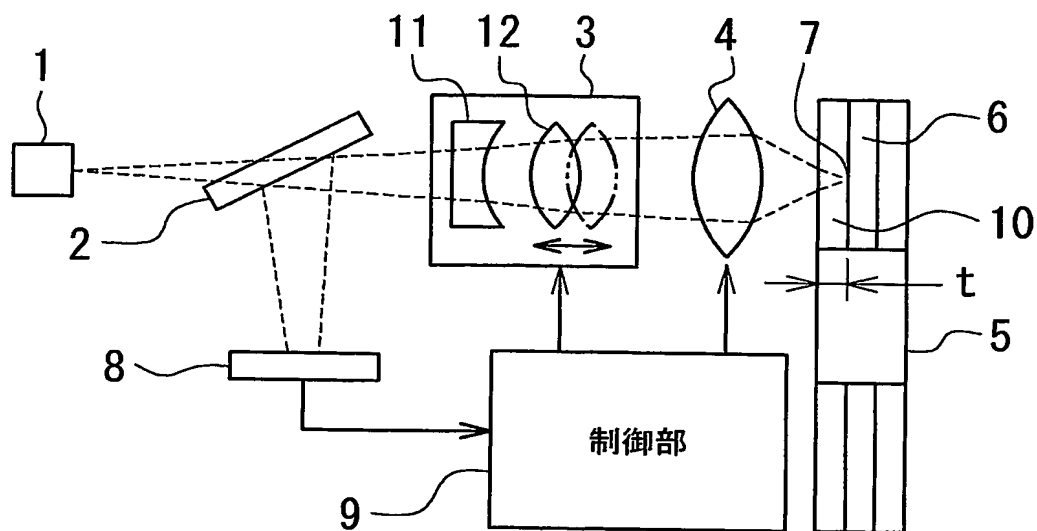
1…レーザ光源、2…ビームスプリッタ、3…収差補正部、4, 104…集光レンズ、5, 101…光ディスク、6, 102…情報記録層、7…集光スポット、8…光検出器、9…制御部、10, 103…透明基板、11…凹レンズ、12…凸レンズ、21, 31, 41…A/D変換器、22…ゼロクロス検出部、23…ピーク・ボトム値検出部、24…反転間隔検出部、25, 34…フィルタリング手段、26…光学系制御手段、32…補間部、33…パーシャルレスポンス判別部

、 4 2 … D P L L (Digital Phase Locked loop) 部、 4 2 a … リ サン プ リ ン グ 補
間 部、 4 2 b … タ イ ミ ン グ 生 成 部、 4 2 c … 位 相 エ ラ ー 検 出 部、 4 2 d … ル ー プ フ
ィ ル タ、 5 1 … パ ー シ ャ ル レ ス ポ ン ス 判 別 ・ 等 化 部、 6 1 … A T C (Automatic
Threshold level Control) 回 路、 6 2 … A G C (Automatic Gain Control) 回
路、 6 2 a … 利 得 制 御 回 路、 6 2 b … ク ロ ス 抽 出 部、 6 2 c … エ ラ ー 検 出 部、 6 3
… エ ン ベ ロ ー プ 検 出 部、 7 1 - 0 ~ 2 … ク ロ ス 検 出 器、 7 2 - 0 ~ 2 … 比 較 器、
1 0 6 … 特 定 領 域、 1 0 7 … 長 周 期 の ビ ッ ト 列、 1 0 8 … 短 周 期 の ビ ッ ト 列。

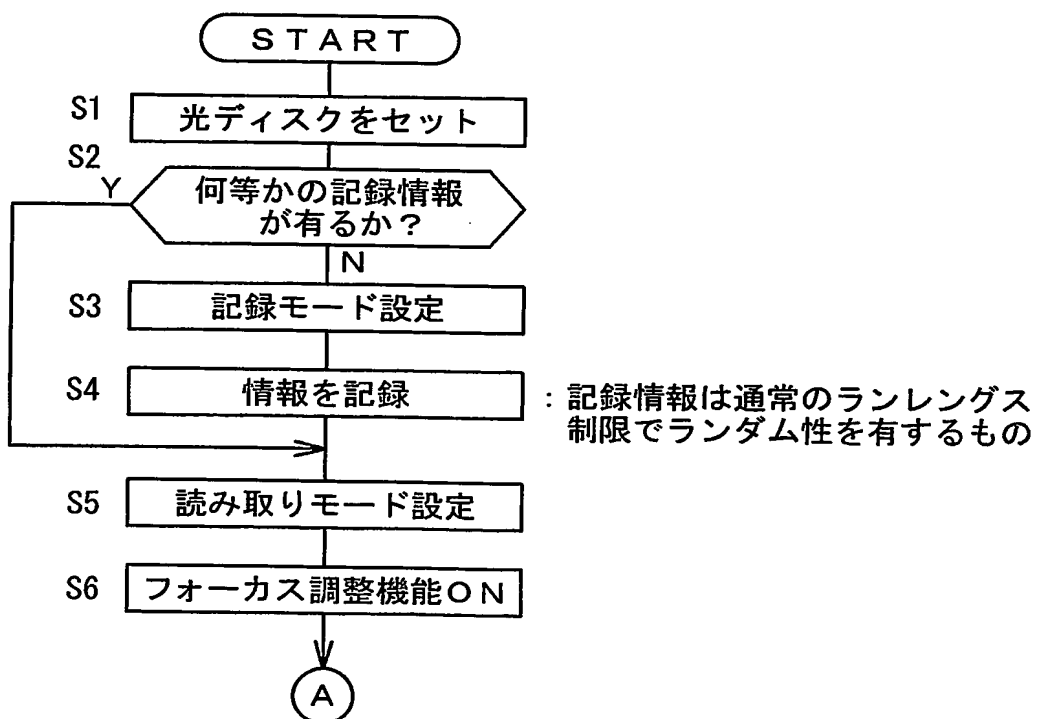
【書類名】

図面

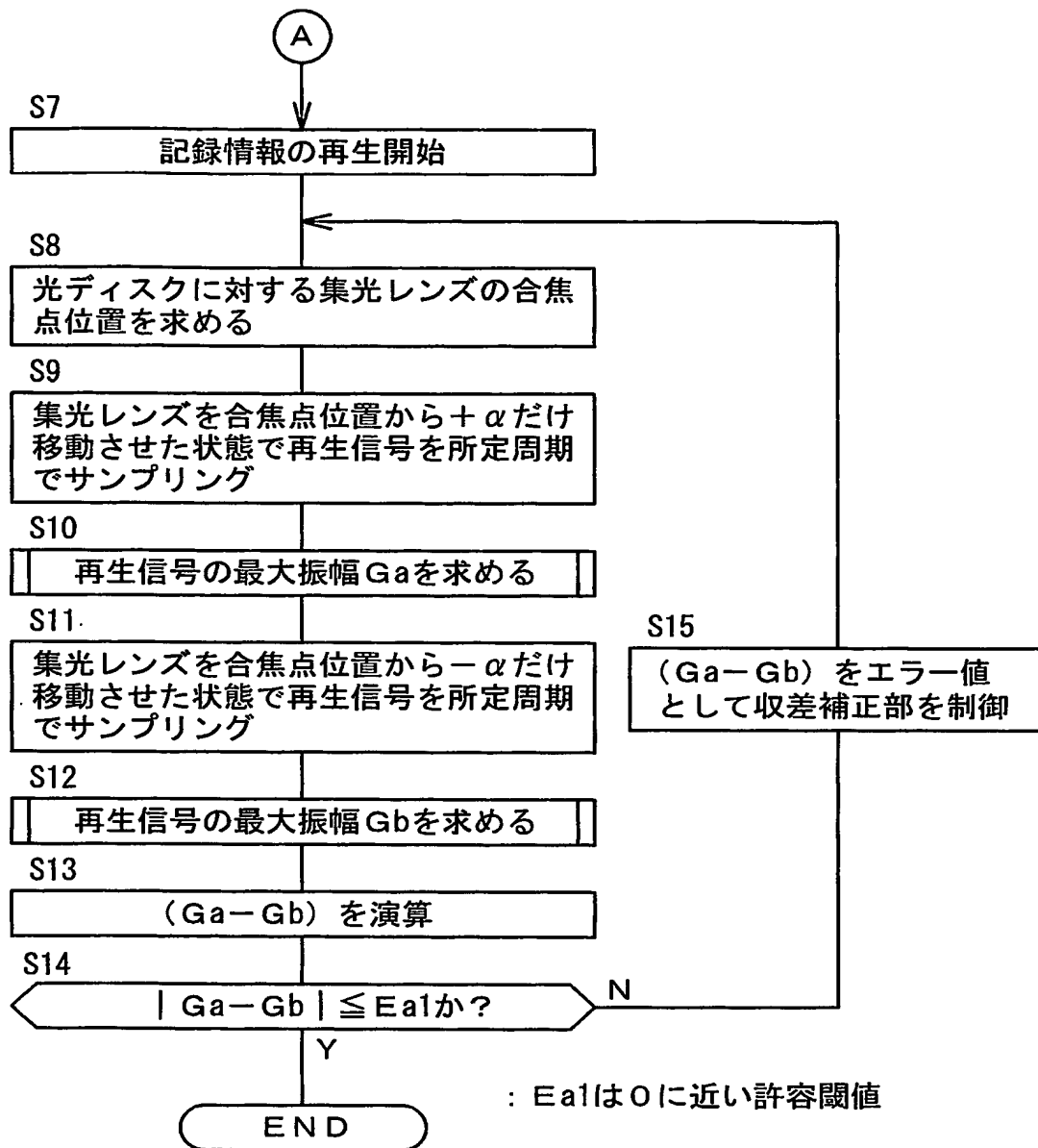
【図 1】



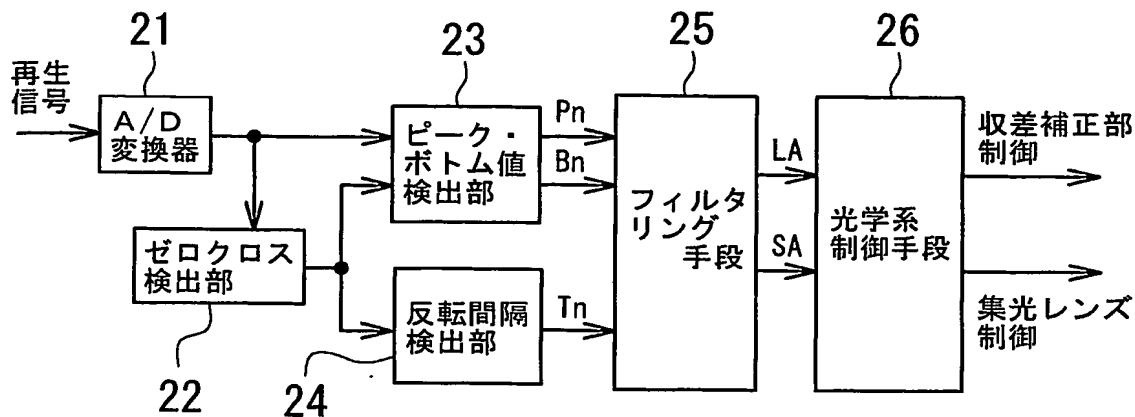
【図 2】



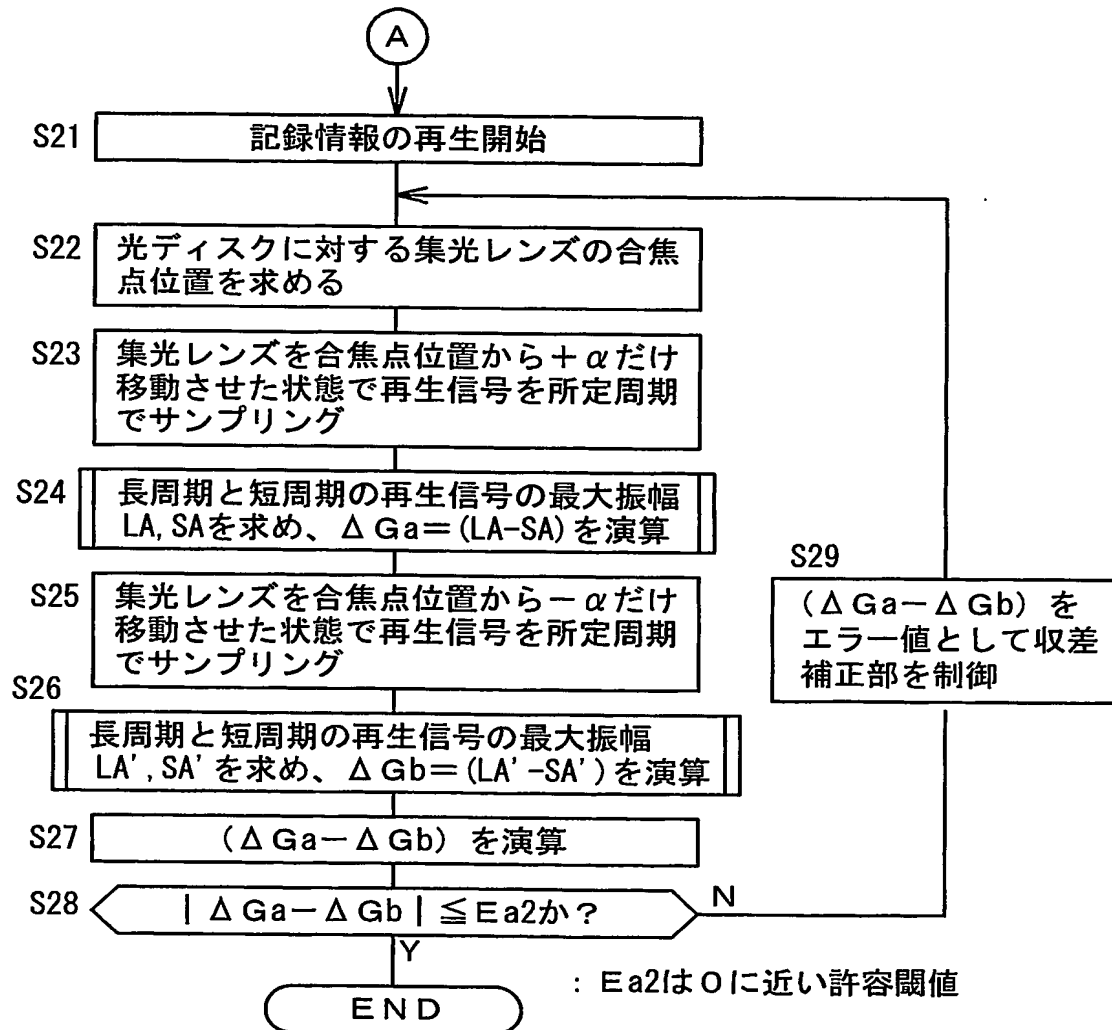
【図 3】



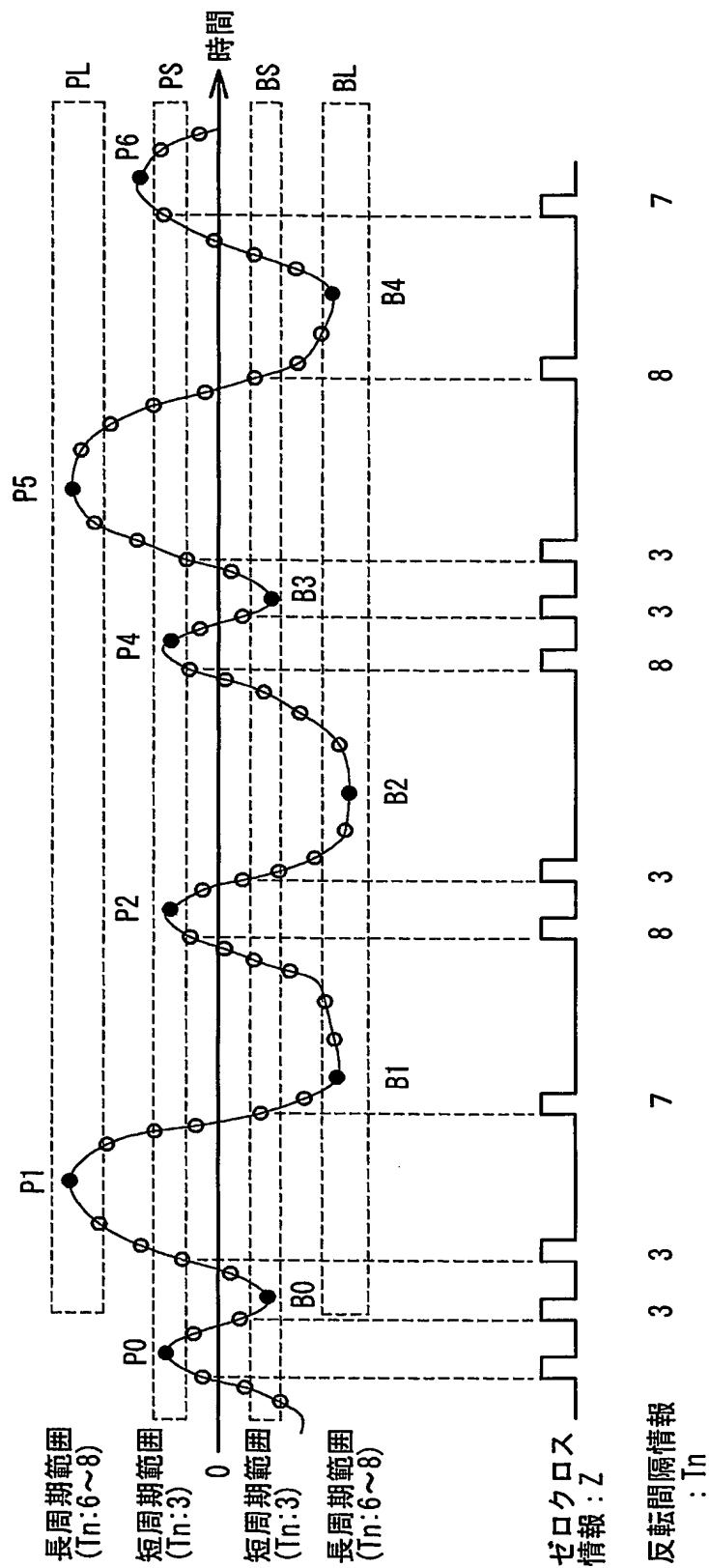
【図 6】



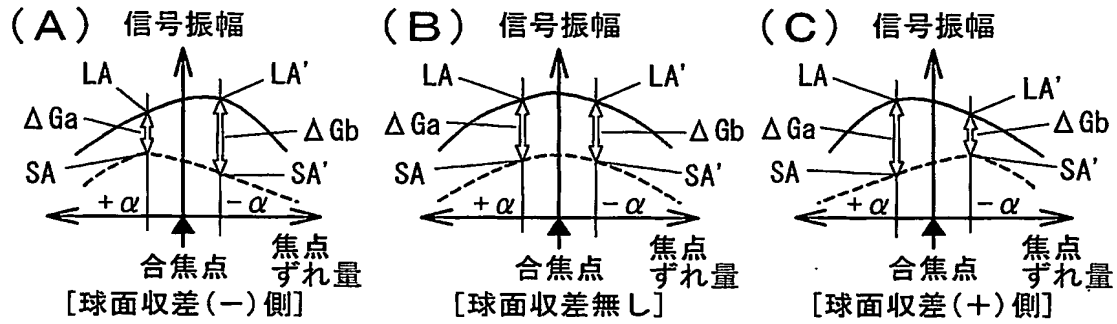
【図 7】



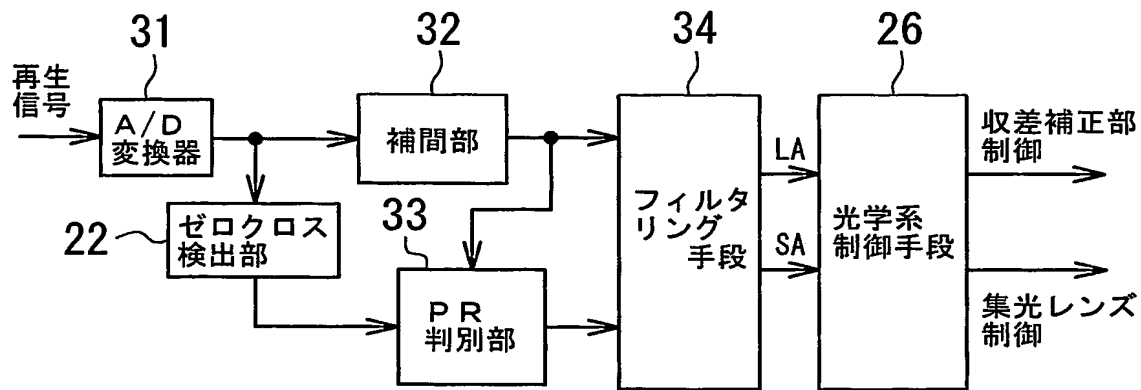
【図 8】



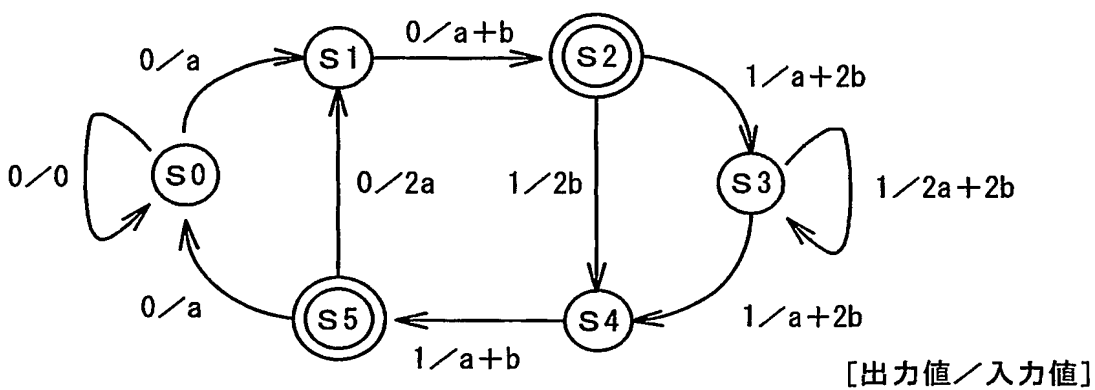
【図 9】



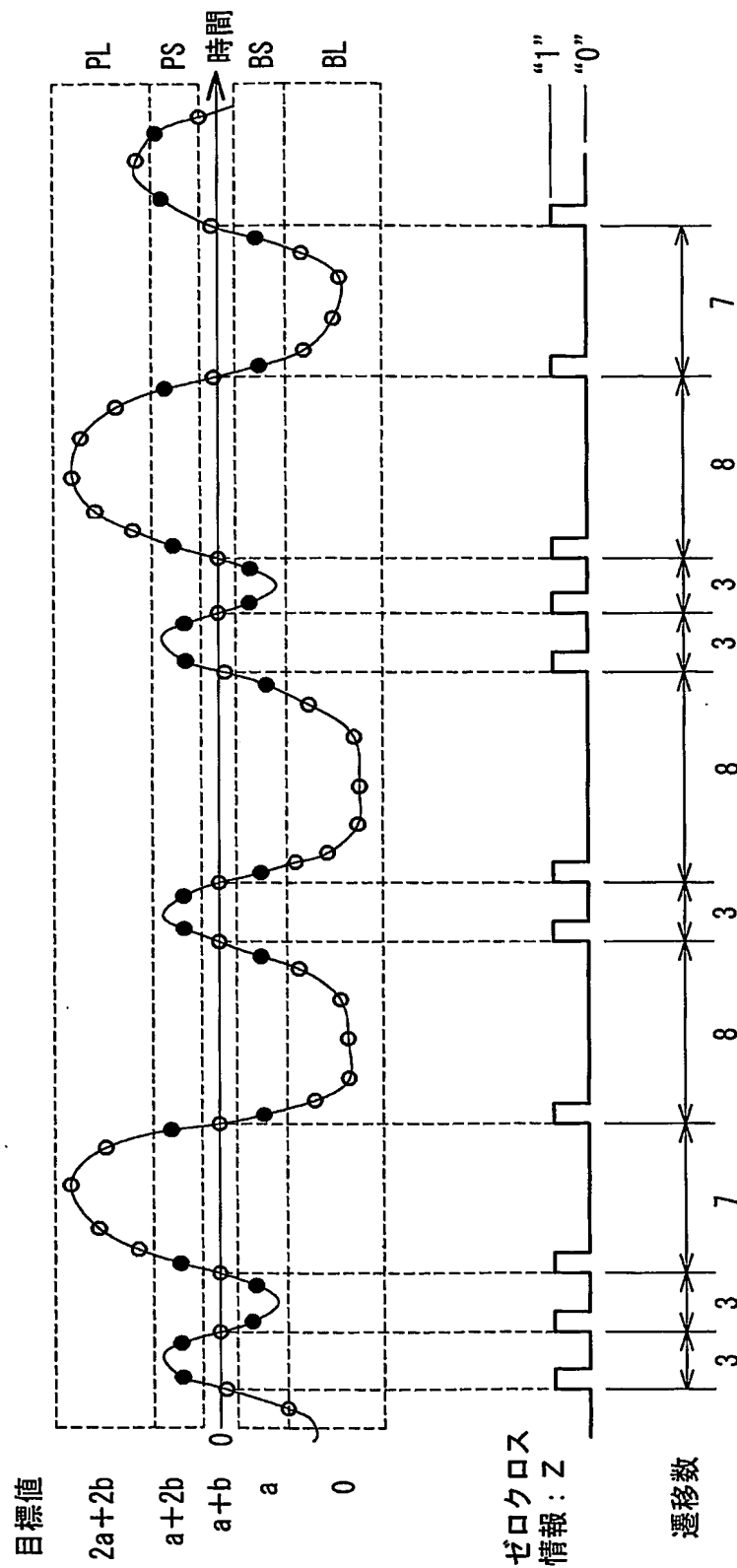
【図 10】



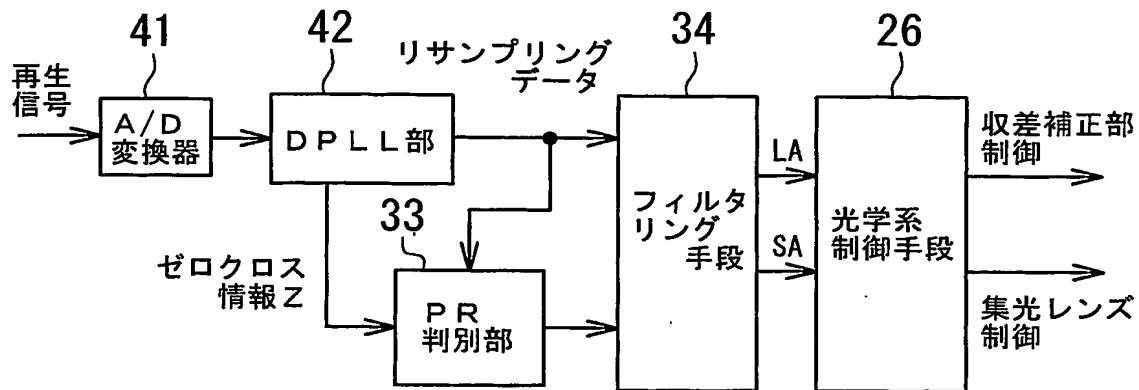
【図 11】



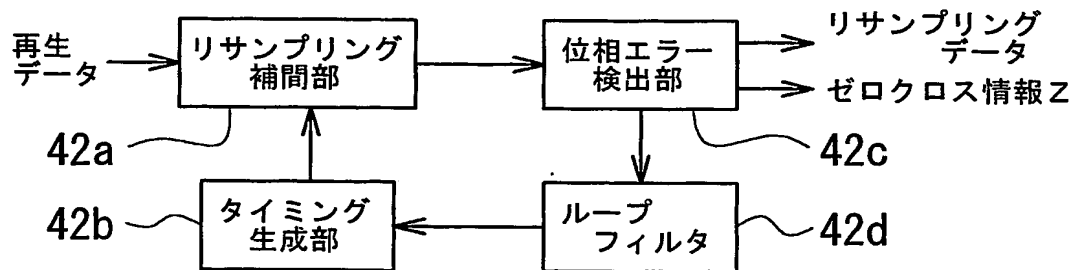
【図 12】



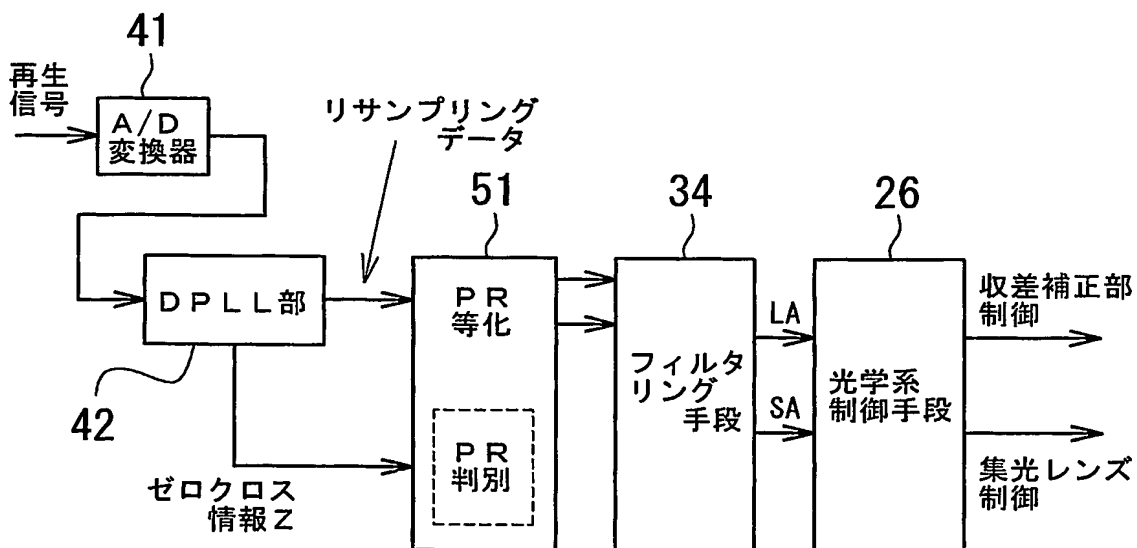
【図 13】



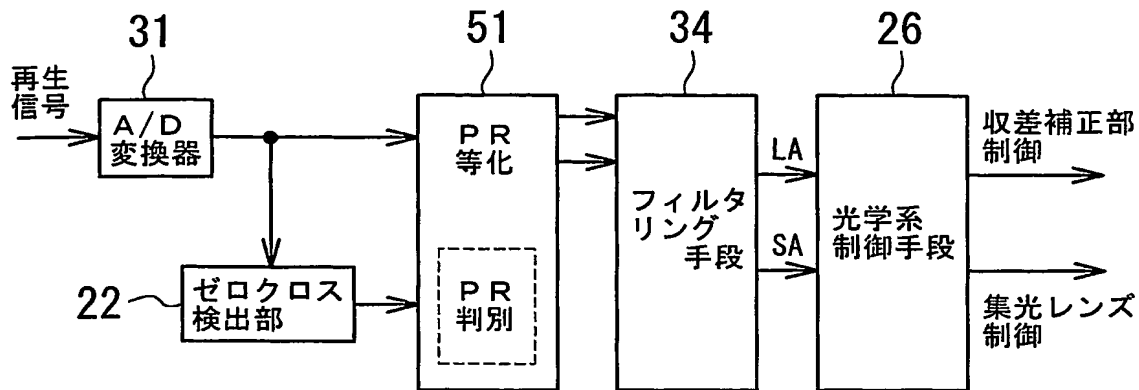
【図 14】



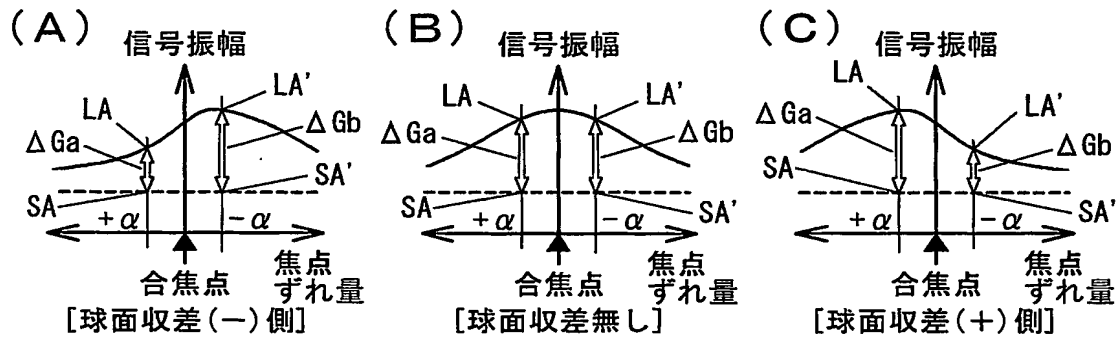
【図 15】



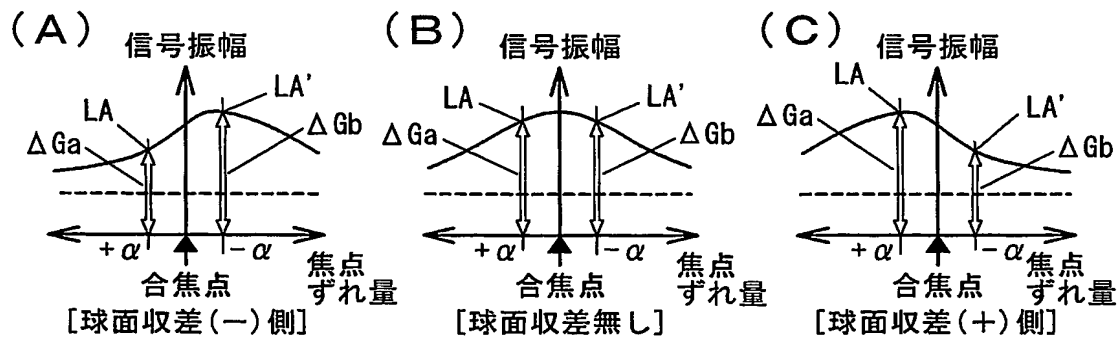
【図 16】



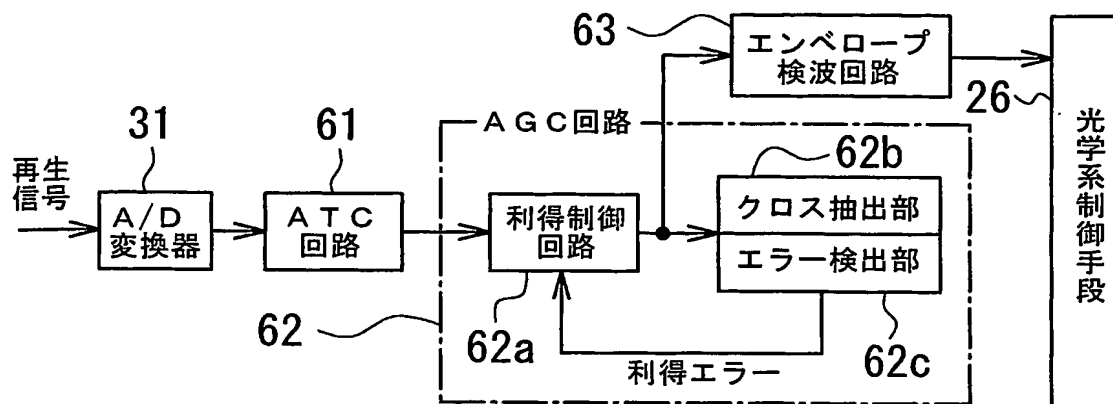
【図 17】



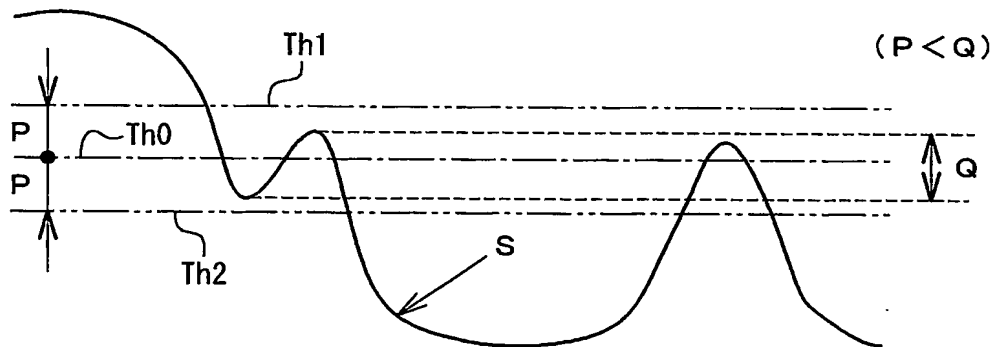
【図 18】



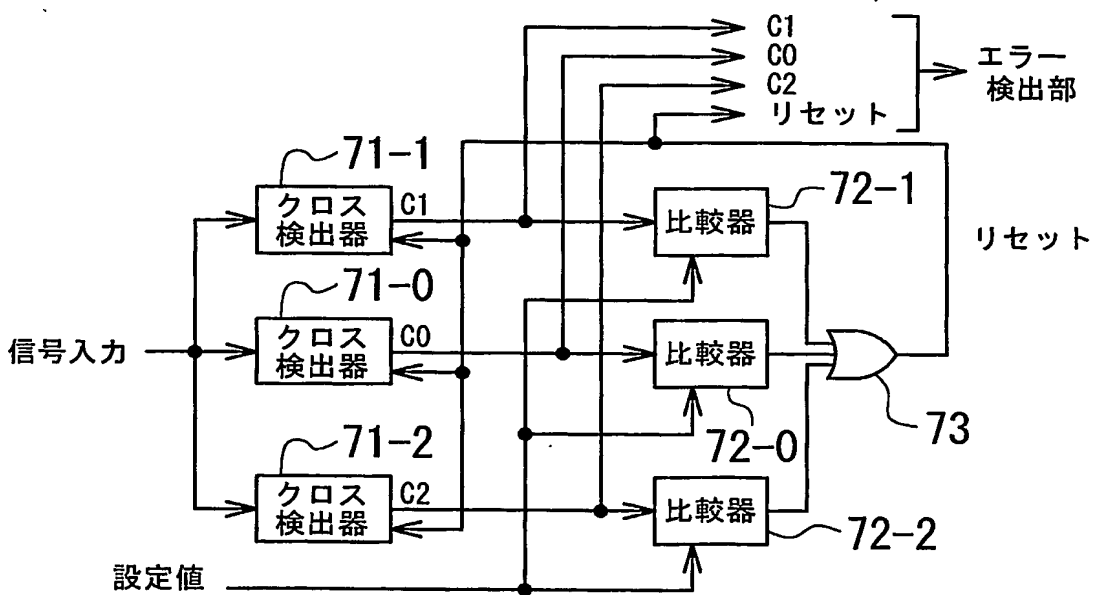
【図 19】



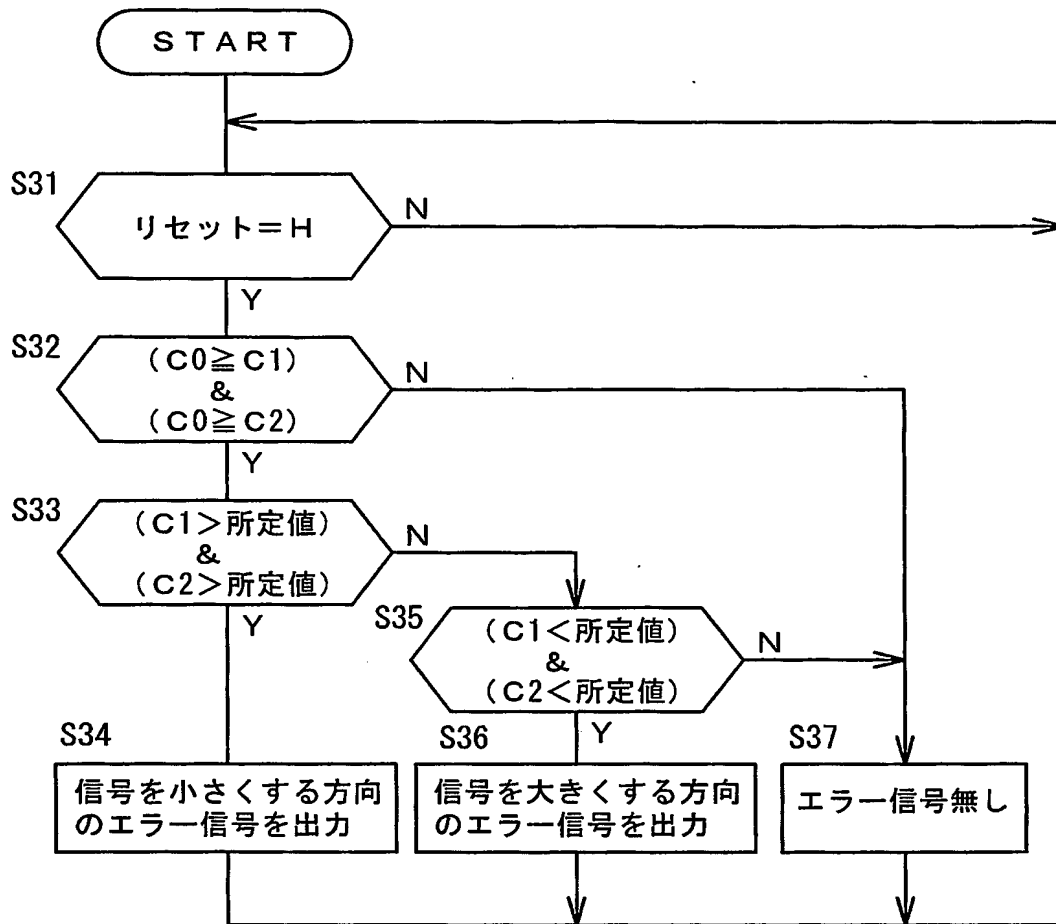
【図 20】



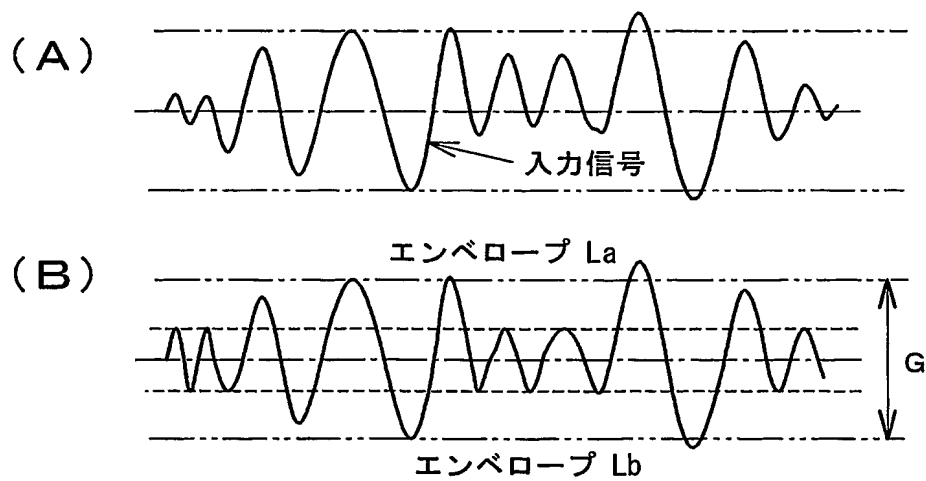
【図 21】



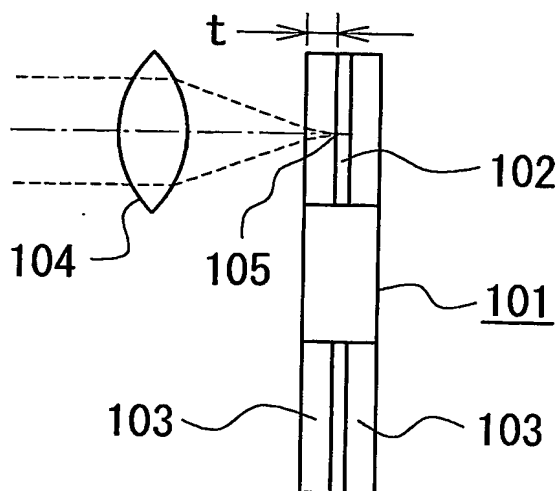
【図 2 2】



【図 2 3】

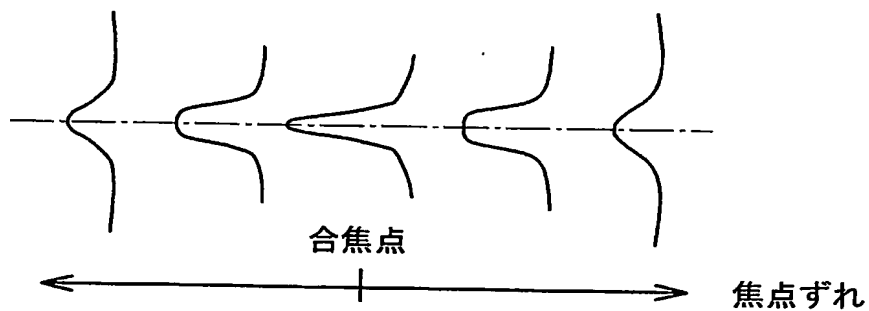


【図 2 4】



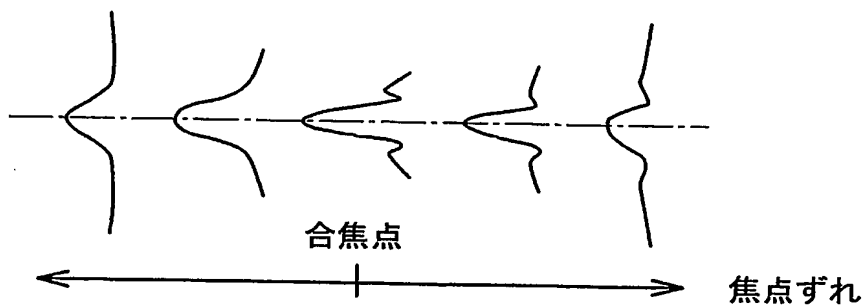
【図 2 5】

集光スポットでの光強度分布

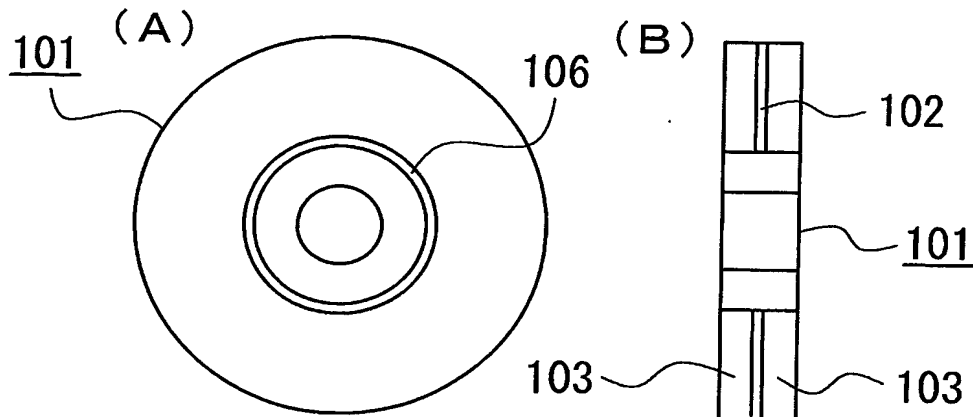


【図 2 6】

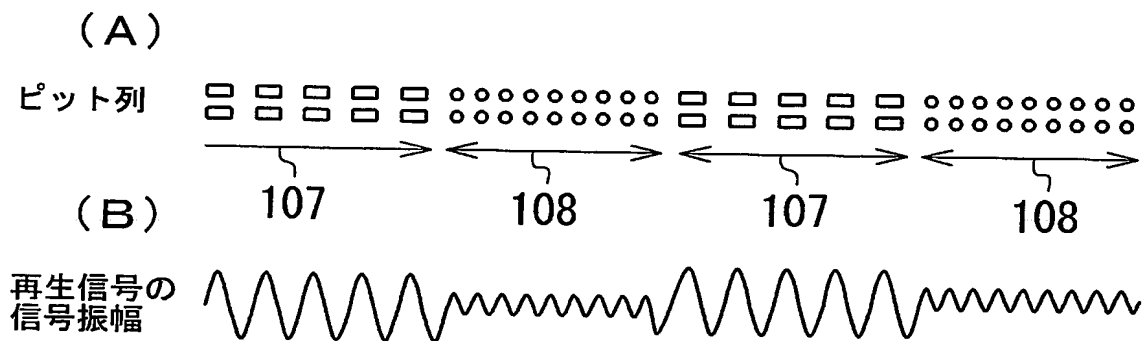
集光スポットでの光強度分布



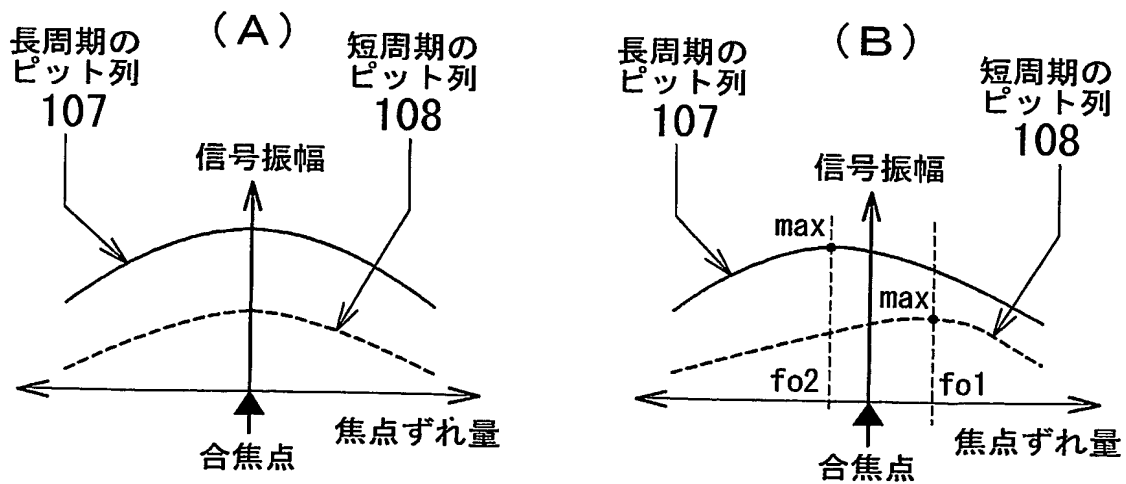
【図 27】



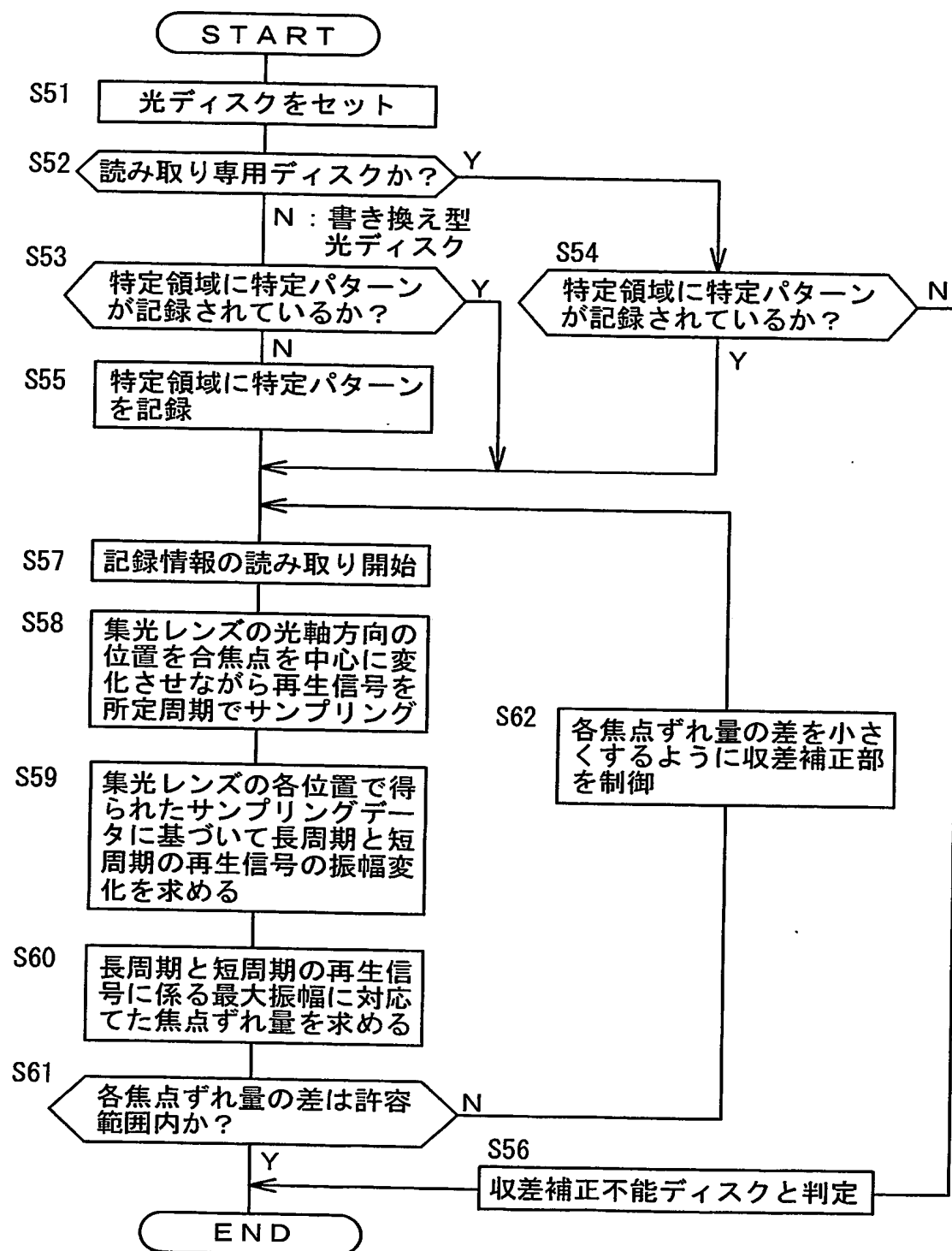
【図 28】



【図 29】



【図 30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ディスク装置において、光ディスクの透明基板の厚み誤差に起因して集光スポットで生じる球面収差があると長周期と短周期の再生信号に係る最大振幅が集光レンズの合焦点を中心に逆方向へシフトする現象を利用し、球面収差を効率的に補正する方法を提供する。

【解決手段】 光ディスク 5 に何等かの記録情報があればそれを再生し、集光レンズ 4 の合焦点位置を求める (S21, S22)。次に、その位置を中心に集光レンズ 4 を前後に等距離 (α) だけ移動させ、各移動位置で長周期と短周期の再生信号の最大振幅 (LA, SA), (LA', SA') を求め、各最大振幅の差: $\Delta Ga (= LA - SA)$, $\Delta Gb (= LA' - SA')$ を求める (S23~S26)。更にそれらの差: $\Delta Ga - \Delta Gb$ を求め、その値を制御データとして収差補正部 3 をフィードバック制御する (S27~S29→S22)。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 2 - 3 5 7 9 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 3 2 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

氏 名

日本ビクター株式会社